

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

La collaboration mère-enfant en contexte de numération à la période préscolaire :
l'importance de l'affectivité et des caractéristiques de l'enfant

par
Lisbeth Caron

Département de Psychologie
Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Philosophiae Doctor (Ph.D.)
en psychologie recherche et intervention
option clinique

Décembre 2007

© Lisbeth Caron, 2007



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

La collaboration mère-enfant en contexte de numération à la période préscolaire :
l'importance de l'affectivité et des caractéristiques de l'enfant

présentée par :

Lisbeth Caron

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Judith Comeau
Président-rapporteur

Sophie Parent
Directrice de recherche

Sylvie Normandeau
Co-directrice de recherche

Serge Larivée
Membre du jury interne

Jean-Pascal Lemelin
Examineur externe

Isabelle Montésinos-Gelet
Représentant du doyen de la FES

SOMMAIRE

Le système de nombres est une construction culturelle, historique, qui occupe une place importante dans la société occidentale contemporaine, encouragée par les percées technologiques des dernières décennies. L'intégration au sein des activités économiques et technologiques actuelles requiert d'ailleurs que l'individu possède de bonnes connaissances liées aux nombres (Geary, 1994). Le milieu académique a suivi ce courant et les mathématiques occupent l'avant plan de la scène scolaire, qu'elles partagent avec l'alphabétisation (Ginsburg, Pappas & Seo, 2001). Afin de favoriser la réussite scolaire et dans le but de répondre aux demandes de la société en regard des connaissances liées aux nombres, on essaie de cibler de façon précoce, les enfants susceptibles de présenter des difficultés en mathématiques, afin de leur procurer le soutien académique nécessaire. Ce faisant, on s'est rendu compte qu'à leur entrée à l'école, les enfants différaient considérablement quant à leurs compétences en numération (Starkey & Klein, 2000), indiquant que l'apprentissage de la numération débute bien avant la scolarisation.

Divers auteurs ont dès lors avancé que les interactions avec le parent constituaient l'un des principaux contextes d'apprentissage de la numération préscolaire. D'ailleurs, un nombre grandissant de travaux indique que les situations de numération mère-enfant contribuent aux connaissances en numération de l'enfant (Bjorklund, Hubertz & Reubens, 2004; Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001; Parent, Normandeau, St-Laurent, Caron & Séguin, 2005; Saxe et al., 1987; Young-Loveridge, 1989). Or, les connaissances au sujet des situations de numération mère-enfant sont à l'état embryonnaire et plusieurs questions demeurent en suspens : quelles sont les caractéristiques des interactions mère-enfant qui favorisent le développement des compétences en numération de l'enfant? Quelles sont les compétences en numération qui sont les plus susceptibles de bénéficier des interactions mère-enfant? Est-ce que

certaines caractéristiques reliées à l'enfant ou à la relation mère-enfant contribuent à ces interactions, risquant par ricochet, d'influencer le développement de la numération chez l'enfant?

La présente thèse a pour but d'apporter des éléments de réponse à ces interrogations. Pour ce faire, la collaboration entre la mère et son enfant de quatre ans est examinée dans le contexte de deux activités faisant appel aux nombres écrits. Dans un premier temps, il était postulé que l'examen de cette collaboration éclaire sur les compétences en numération de l'enfant de quatre ans, telles qu'observées dans un contexte de collaboration mère-enfant. Plusieurs travaux ont fait état des compétences préscolaires en numération sur le plan individuel de l'enfant (Baroody, 1987; Case, Griffin & Kelly, 2001; Fuson, 1988; Gelman & Gallistel, 1978). Cependant, très peu d'études ont examiné les compétences numériques de l'enfant lors d'une tâche de collaboration mère-enfant (Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001; Saxe et al., 1987), en particulier en ce qui concerne les nombres écrits. Il était escompté que les compétences en numération observées dans un contexte de collaboration suivent celles observées en individuel. Il était également postulé que les mères soutiendraient l'apprentissage des connaissances liées aux nombres par l'enfant. Dans un deuxième temps, cette recherche avait pour but de préciser la contribution du climat affectif des interactions mère-enfant à l'établissement d'une collaboration qui favorise l'acquisition des compétences liées aux nombres par l'enfant. Un sous-objectif consistait à examiner deux caractéristiques de l'enfant associées au développement de la numération : les compétences verbales de l'enfant et la diversité des activités de numération conjointes qu'il effectue à la maison. Cet examen visait à mieux cibler la contribution unique du climat affectif aux situations de numération mère-enfant, tout en précisant la contribution de ces deux variables.

Premièrement, les résultats des ANOVAs à mesures répétées parallèlent les résultats des travaux antérieurs sur les compétences émergentes en numération

pendant la période préscolaire (Baroody, 1987; Case et al., 2001; Fuson, 1988; Gelman & Gallistel, 1978). De plus, l'utilisation d'un cadre d'évaluation dynamique de ces compétences émergentes fournit un aperçu du futur en numération de l'enfant. L'examen de l'encadrement maternel procuré afin de promouvoir l'émergence des compétences sollicitées a mis en lumière la présence de stratégies d'étayage maternel visant le soutien cognitif des apprentissages en numération de l'enfant, mais également la motivation de l'enfant à accomplir la tâche. Ces résultats soulignent par conséquent l'importance d'éclaircir le rôle des facteurs affectifs et motivationnels dans l'étude du développement de la numération en contexte de collaboration mère-enfant.

Deuxièmement, les résultats de la MANCOVA montrent que le climat affectif des interactions mère-enfant contribue de façon unique à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. La contribution unique des compétences verbales de l'enfant et de la diversité de ses expériences conjointes en numération a également été démontrée. Ces résultats témoignent de l'importance d'aller au-delà des caractéristiques individuelles de l'enfant et de prendre en compte l'affectivité, dans l'étude du développement de la numération préscolaire.

Conjointement, les présents résultats améliorent notre compréhension des interactions mère-enfant en contexte de numération préscolaire, tant en ce qui concerne les compétences en numération de l'enfant qui s'expriment lors de la réalisation d'une activité de numération mère-enfant, qu'en ce qui concerne les stratégies déployées par les mères afin de soutenir les compétences émergentes en numération de leur enfant. Ces résultats éclairent par ailleurs sur l'importance du climat affectif de ces interactions, dans l'établissement d'un patron collaboratif qui favorise l'apprentissage des connaissances liées aux nombres par l'enfant. Enfin, les résultats de cette étude sont riches en implications afin de guider les interventions précoces en numération et, en ce sens, mettent en exergue la pertinence d'aider les

dyades mère-enfant à développer une collaboration harmonieuse et ludique, orientée vers le plaisir d'effectuer une activité de numération ensemble.

Mots clés : numération, interactions mère-enfant, climat affectif, compétences verbales, diversité des activités de numération.

SUMMARY

A number of studies have shown that early parent-child interactions are important in the development of number-related skills (Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001; Parent et al., 2005; Saxe et al., 1987; Young-loveridge, 1989). Unfortunately, we know very little about the specific components of the parent-child interaction which promotes the development of numeracy skills. As a result, a number of questions remain unanswered. For example, what aspects of the parent-child interaction encourage the development of early numeracy skills? What kind of numeracy skill will benefit from the interaction with the parent during a joint number task?

The aim of this study was to address these questions and to shed some light on the importance of parent-child interactions during the acquisition of numeracy skills. To do this, mother-child interactions were examined during each of two number-related activities. We expected that this kind of dyadic collaboration would reveal important insights on the emergence of early numeracy skills. Moreover, we expected that investigating mother-child interactions would give us information not available when children are tested alone (e.g., numeracy skills children can execute with the help of an adult but not alone). Another important goal of this research was to investigate how the dyadic affective climate established during the number task contributes to mother-child collaborations. A final objective was to explore how the child's verbal comprehension and the diversity of his/her joint experiences with numbers at home, contribute to the collaborative pattern of mother-child interactions. This also allowed us to isolate the unique contribution provided by the affective climate underlying mother-child interactions.

First, using mother-child interactions as a means to assess early numeracy skills, we replicated past findings obtained when child numeracy skills were assessed autonomously (Baroody & Dowker, 2003; Sinclair, 1988). Results from our repeated measure ANOVAs also indicate that mothers adjust their support and the demands of the task to meet their child's skill level. In addition, promoting an enjoyable affective climate and fostering child motivation to complete the task appeared to be a predominant aspect of maternal guidance. Together, these results support the relevance of evaluating children's numeracy skills in a social context and emphasize the importance of taking into account affective dimensions of mother-child interactions when evaluating the development of number-related skills.

Second, results from our MANCOVA reveal that the affective climate underlying mother-child interactions uniquely influence the way mother and child collaborate during a number task. Results also indicate that the child's verbal comprehension and the diversity of his/her joint experiences with numbers at home influence mother-child interactions. Together these results suggest that it is very important to go beyond a first pass analysis of the child's individual characteristics, and to instead, include affective factors as an additional dimension to the study of numeracy skills in preschool children.

This study provides results that improve our understanding of the child's numeracy skills as they develop within the context of mother-child interactions. Our understanding of the maternal behaviours which encourage the development of numeracy skills is also enhanced. Finally this research illustrates the importance of studying the socio-affective context underlying mother-child collaborations with numbers. This finding has important implications for intervention since it suggests that intervention programs should also focus on the mother-child dyad, and in particular on the affective component of this dyad. As a result, intervention programs should

encourage the development of harmonious partnerships between mother and child as they engage in number games together.

Key words: numeracy skills, mother-child interactions, affective climate, verbal comprehension, diversity of joint experiences with numbers.

TABLES DES MATIÈRES

| | |
|---|-------|
| SOMMAIRE | iii |
| SUMMARY | vii |
| LISTE DES TABLEAUX | xiii |
| LISTE DES FIGURES | xiv |
| LISTE DES ABRÉVIATIONS | xv |
| REMERCIEMENTS | xvi |
| AVANT PROPOS | xviii |
| INTRODUCTION | 1 |
| <i>Définition de la numération</i> | 2 |
| <i>Apprentissage de la numération pendant la période préscolaire</i> | 4 |
| <i>Apprentissage des mots-nombres, du comptage et de la cardinalité</i> | 4 |
| <i>Reconnaissance et production des nombres écrits</i> | 8 |
| <i>Apprentissage de la numération et interactions parent-enfant</i> | 10 |
| <i>Appuis empiriques à l'importance des interactions parent-enfant en situation de numération</i> | 11 |
| <i>Perspective socioculturelle du développement cognitif</i> | 16 |
| <i>Zone du développement proximal</i> | 17 |
| <i>Rôles respectifs de l'adulte et de l'enfant</i> | 19 |
| <i>Le concept d'étayage maternel</i> | 21 |
| <i>Les critiques de la perspective socioculturelle du développement cognitif et du concept d'étayage maternel</i> | 26 |

| | |
|--|---------------|
| <i>La contribution de la dimension affective de la relation à la collaboration mère-enfant en contexte de numération : le climat affectif des interactions mère-enfant</i> | <i>27</i> |
| <i>Climat affectif des interactions mère-enfant</i> | <i>28</i> |
| <i>Limites et questions laissées en suspens</i> | <i>30</i> |
| <i>La contribution des compétences verbales de l'enfant et de la diversité de ses expériences de numération conjointes au développement de la numération.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Les compétences verbales de l'enfant et le développement de la numération</i> | <i>31</i> |
| <i>La diversité des activités de numération conjointes de l'enfant et le développement des connaissances liées aux nombres</i> | <i>35</i> |
| <i>Description de la thèse.....</i> | <i>38</i> |
| ARTICLES | 40 |
| PREMIER ARTICLE..... | 41 |
| <i>Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans deux tâches de numération.....</i> | <i>41</i> |
| DEUXIÈME ARTICLE..... | 89 |
| <i>L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération.....</i> | <i>89</i> |
| DISCUSSION GÉNÉRALE | 143 |
| <i>Objectifs et résultats</i> | <i>145</i> |
| <i>Les compétences émergentes en numération de l'enfant et les stratégies utilisées par les mères pour étayer leur acquisition.....</i> | <i>145</i> |
| <i>L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération.....</i> | <i>152</i> |

| | |
|---|-----|
| <i>Contributions de l'étude</i> | 156 |
| <i>Contributions aux travaux antérieurs en numération</i> | 156 |
| <i>La contribution de l'affectivité</i> | 159 |
| <i>Limites de l'étude</i> | 161 |
| <i>Limites concernant les tâches de numération</i> | 162 |
| <i>Validité écologique des résultats</i> | 163 |
| <i>Autres limites méthodologiques</i> | 164 |
| <i>Causalité des résultats</i> | 165 |
| <i>Perspectives futures</i> | 166 |
| RÉFÉRENCES | 171 |
| ANNEXE A | 188 |
| ANNEXE B..... | 190 |
| ANNEXE C..... | 192 |

LISTE DES TABLEAUX

PREMIER ARTICLE :

| | | |
|------------|---|----|
| Tableau 1. | Pourcentages et écarts-types moyens des patrons de partage des responsabilités dyadiques pour les cinq sous-ensembles d'opérations des deux tâches de numération..... | 61 |
| Tableau 2. | Analyses de variance à mesures répétées sur la fréquence des comportements dyadiques au sein des quatre phases de la ZDP... | 63 |

DEUXIÈME ARTICLE :

| | | |
|------------|---|-----|
| Tableau 1. | Moyennes et écarts-types pour les proportions de participation de la mère et de l'enfant aux différents types d'opérations, pour les scores de diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, pour les scores de climat affectif des interactions mère-enfant et pour le vocabulaire réceptif de l'enfant..... | 110 |
| Tableau 2. | Corrélations de Pearson entre la participation de la mère et de l'enfant, la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, le climat affectif des interactions mère-enfant, les compétences verbales de l'enfant et l'éducation maternelle..... | 115 |
| Tableau 3. | Régression linéaire multiple visant à préciser le lien multivarié entre l'ÉVIP et la collaboration mère-enfant..... | 120 |

LISTE DES FIGURES

PREMIER ARTICLE :

| | | |
|-----------|---|----|
| Figure 1. | Pourcentages moyens de participation dyadique pour chacune des phases de la ZDP pour les opérations d'anticipation globale, d'évaluation globale, d'anticipation locale, d'évaluation locale et de réalisation du plan..... | 65 |
|-----------|---|----|

DEUXIÈME ARTICLE :

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figure 1. | Participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations, en fonction du climat affectif des interactions mère-enfant..... | 118 |
| Figure 2. | Participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations, en fonction de la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant..... | 122 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

| | |
|---|------------|
| Définition du sous-but par l'enfant | DSB enfant |
| Définition du sous-but par la mère | DSB mère |
| Échelle de vocabulaire en images de Peabody | ÉVIP |
| Étude longitudinale et expérimentale sur le développement des enfants du Québec | ÉLEDEQ |
| Exécution du sous-but par l'enfant | ESB enfant |
| Exécution du sous-but par la mère | ESB mère |
| Home Observation for Measurement of the Environment | HOME |
| Monitorage de la progression par l'enfant | MP enfant |
| Monitorage de la progression par la mère | MP mère |
| Statut socioéconomique | SSE |
| Test de connaissance des nombres | NKT |
| Zone du développement proximal | ZDP |

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ma directrice, Sophie Parent, qui a su m'épauler pendant ce long processus qu'est la rédaction d'une thèse. Sa patience et ses conseils judicieux, mais par-dessus tout, son enthousiasme, sa chaleur et sa confiance, ont su m'inspirer et me guider. Je tiens également à remercier ma co-directrice, Sylvie Normandeau, pour son soutien à travers toutes ces années, et ce, en dépit de tous ses mandats administratifs.

Je désire remercier Jean Séguin, pour la minutie et la rigueur dont il a fait preuve en révisant les articles de cette thèse. Je remercie également les membres de mon jury pour leurs commentaires précis et constructifs. Je considère par ailleurs important de souligner l'immense travail accompli par les différents acteurs du projet « En 2001...j'aurai cinq ans » et du GRIP, pour la cueillette des données et pour leur informatisation. Plus particulièrement, je tiens à remercier chaleureusement Julie Racine, qui a su relever le défi du codage des données, transformant de surcroît cette tâche ardue en une aventure agréable. Je remercie également ma compagne de bureau, collègue de thèse et de stages, Isabelle Paquet, d'avoir partagé toutes ces années avec moi, de m'avoir écoutée, soutenue et encouragée. Je suis aussi très reconnaissante aux familles qui ont gracieusement accepté de participer à cette étude. Je remercie également les organismes subventionnaires CRSH et FRSQ pour leur appui financier qui a grandement facilité la poursuite de mes études doctorales.

Je désire exprimer ma plus grande reconnaissance à mes amies : Julie, mon amie fidèle, qui depuis nos années passées ensemble au baccalauréat a continué de croire en moi et en ma capacité de mettre ce projet à terme, et qui a été le meilleur modèle pour y arriver; Guylaine et Marie, mes partenaires de travail et amies, pour m'avoir soutenue dans les périodes difficiles, pour m'avoir fait rire dans les moments de détente et surtout pour leur loyale amitié ; Martine, pour m'avoir rappelé l'importance de décrocher et pour m'avoir appris à relativiser comme nulle autre ; et

Lindie, pour la complicité qui rapidement s'est installée entre nous et pour la compréhension et la générosité qui te caractérisent.

Je désire aussi témoigner ma gratitude à mes parents, Armand et Mireille, qui m'ont aidé à garder le cap pendant mon passage au doctorat. Je désire adresser un merci tout spécial à mon conjoint, Philippe, qui a vécu (et parfois survécu) avec moi, les hauts et les bas du doctorat. Je ne pourrais pas passer sous silence son soutien affectueux, informatique et statistique, et l'inspiration qu'il m'insuffle. Mon dernier remerciement s'adresse à mon fils, Laurent, qui par sa présence, si simple, mais si miraculeuse, m'a rappelé qu'il y avait une vie en dehors du doctorat, m'aidant ainsi à conserver un pied dans la réalité quotidienne.

AVANT PROPOS

Les cinquante dernières années ont été marquées par une éclosion des recherches sur le développement de la numération (Ginsburg & Goldbeck, 2004). Pourtant, le développement de la pensée mathématique avait été un objet d'étude important au début du siècle dernier, tant dans le domaine de la psychologie de l'éducation (Judd, 1925; Thorndike, 1922) que dans le domaine des mathématiques (Ginsburg & Goldbeck, 2004). Les travaux de Piaget (1952) et l'émergence des théories constructivistes du développement cognitif de l'enfant seraient en grande partie responsables du regain d'intérêt pour ce champ d'étude (Bideaud, 1997; Ginsburg, Klein & Starkey 1998). De nombreuses recherches ont été effectuées afin de mieux comprendre le développement des compétences en numération de l'enfant (Ginsburg & Goldbeck, 2004). Bien que certains des travaux de Piaget ont insisté sur l'influence des interactions avec les pairs dans le développement de la numération (Piaget, 1965), la majorité des recherches découlant du modèle piagétien se sont inscrites dans une perspective individualiste, cherchant «à l'intérieur» de l'enfant les racines de ses compétences numériques (Baroody, 1987; Fuson, 1988; Gelman & Gallistel, 1978; Resnick, 1989). Plusieurs de ces recherches ont néanmoins permis des avancées importantes dans la compréhension du développement de la numération, en indiquant que l'enfant manifeste des compétences mathématiques précoces, bien avant le début de la scolarisation (Geary, 2000; Resnick, 1989).

Au début des années 1980, les travaux de Ginsburg et Russell (1981) ont marqué un point tournant, en insistant sur l'importance de l'environnement préscolaire dans le développement de la numération. En effet, les résultats de ces auteurs ont révélé qu'à leur entrée à l'école, tous les enfants ne possèdent pas le même niveau de connaissances liées aux nombres. Ces résultats corroborés ultérieurement par Saxe, Guberman et Gearheart (1987) ont encouragé divers chercheurs à explorer les différents contextes préscolaires associés à la numération, dont l'un des

principaux concerne les activités de numération parent-enfant (Bjorklund, Hubertz & Reubens, 2004; Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001; Saxe et al., 1987; Starkey et Klein, 2000; Starkey, Klein & Wakeley, 2004). Plusieurs recherches avaient déjà mis en lumière l'importance des interactions mère-enfant dans l'acquisition de diverses compétences préparatoires à l'école, dont les habiletés littéraires (Bus, van Ijzendoorn & Pellegrini, 1995; Sénéchal, LeFevre, Hudson & Lawson, 1996; Sénéchal, LeFevre, Thomas & Daley, 1998), les habiletés de planification (Parent & Moss, 1994, 1995; Gauvain & Rogoff, 1989) et les habiletés métacognitives et sociales (Stright, Neitzel, Sears & Hoke-Sinex, 2001). Récemment, plusieurs recherches ont montré l'importance de la qualité des interactions mère-enfant à l'âge préscolaire, pour l'adaptation et la réussite scolaire (Morrisson, Rimm-Kaufman & Pianta, 2003; Pellegrini et al., 1995; Pianta & Harbers, 1996). Certaines de ces recherches ont de plus révélé que des interactions cognitives mère-enfant de bonne qualité pendant la période préscolaire pourraient compenser pour certains facteurs démographiques associés à un risque accru d'échec scolaire (Morrisson et al., 2003). Bien que cette avenue de recherche semble prometteuse, on connaît encore peu les caractéristiques des interactions mère-enfant comme contexte d'apprentissage de la numération préscolaire.

La présente thèse propose d'améliorer les connaissances sur les interactions mère-enfant en contexte de numération et vise deux grands objectifs. Le premier objectif consiste à explorer les compétences numériques des enfants d'âge préscolaire, telles qu'elles se manifestent lors d'une activité de numération mère-enfant. Les stratégies d'encadrement déployées par les mères afin de favoriser l'émergence des compétences numériques de l'enfant sont parallèlement examinées. Le deuxième objectif de cette thèse est de préciser la contribution du climat affectif dyadique et des caractéristiques antérieures de l'enfant à l'établissement d'une collaboration qui favorise l'apprentissage de la numération chez l'enfant. Ces deux grands objectifs sont présentés sous forme de deux articles scientifiques qui constituent le cœur de la thèse.

Ces deux articles scientifiques sont précédés d'une revue de la littérature pertinente au sujet de cette thèse. Une discussion générale suit les deux articles scientifiques et vient clore la thèse.

INTRODUCTION

Définition de la numération

À l'heure actuelle, la définition de la numération ne fait pas l'objet d'un consensus au sein de la communauté scientifique (O'Donoghue, 2002). Certaines langues, comme l'allemand, ne possèdent même pas l'équivalent du terme « numération » et réfèrent d'emblée au terme « mathématiques » (FitzSimons, O'Donoghue & Coben, 2001). En ce sens, plusieurs auteurs s'accordent pour dire que la numération et les mathématiques sont deux concepts qui se recoupent et qui partagent une variance commune (Gal, 2000; Johnston, 1994; O'Donoghue, 2002), à la différence que les mathématiques renvoient à la scolarisation, à une matière scolaire, tandis que la numération fait référence aux applications du nombre et des opérations numériques aux différents contextes du quotidien (Gal, 2000). La définition de Johnston (1994), largement répertoriée, illustre bien cette différence.

La numération est un concept qui dépasse la manipulation des nombres et la réussite des mathématiques scolaires ou universitaires. La numération constitue une sorte de conscience critique qui permet à l'individu de combler le fossé séparant les mathématiques de la réalité quotidienne, dans toute sa diversité. En ce sens, il n'existe pas un « niveau » de mathématiques spécifiquement associé à la numération : il est tout aussi essentiel pour un enfant, un parent, un chauffeur de taxi ou un ingénieur, de maîtriser les connaissances liées aux nombres. Les différents contextes de la vie nécessitent différents niveaux de compétences mathématiques afin de pouvoir y participer... (Johnston, 1994, p.34, ma traduction).

La majorité des auteurs s'accordent cependant pour dire que la numération est une habileté cognitive comprenant de multiples dimensions: la résolution d'opérations numériques (arithmétique), la résolution de problèmes mathématiques écrits, la géométrie, en plus de la capacité de tirer des inférences, de discerner des relations et de raisonner (Baroody, 1987; LeFevre, 2000; O'Donoghue, 2002). Les différentes dimensions de la numération et les multiples compétences qui y sont rattachées lui

confèrent une grande complexité (Geary, 1994; LeFevre, 2000, LeFevre, Clarke & Stinger, 2002). Cette complexité fait de la numération un sujet d'étude particulièrement difficile à cibler et pourrait expliquer la faible quantité de travaux qui ont cherché à mieux comprendre son développement, en comparaison à la quantité impressionnante de travaux qui ont été consacrés au développement des habiletés reliées à la littératie (LeFevre, 2000).

Avec une technologie en constante évolution, les communautés euro-américaines ont récemment eu à reconnaître le caractère indispensable des connaissances en numération dans plusieurs professions nécessaires à la croissance économique et sociétale (Gauvain, 1998; Geary, 2000). Or, les résultats de diverses études inter-culturelles indiquent que le rendement en mathématiques des jeunes élèves nord-américains est généralement inférieur à celui des jeunes d'autres pays, entre autres le Japon et la Chine (Stevenson, Chen & Lee, 1993; Stevenson & Stigler, 1992). Ces résultats sont lourds de conséquences, tant au point de vue individuel que sociétal (Gauvain, 1998; Geary, 1994). En effet, sur le plan individuel, les échecs scolaires répétés en mathématiques peuvent avoir des conséquences affectives importantes et les adolescents qui ont essuyé plusieurs échecs en mathématiques depuis le primaire sont moins enclins à se diriger dans des carrières exigeant des compétences liées aux nombres, carrières qui s'avèrent pourtant socialement et financièrement gratifiantes (Gauvain, 1998). Sur le plan sociétal, Gauvain (1998) présage qu'à long terme, les sociétés qui subiront une hausse de la proportion des individus qui s'écartent des carrières liées aux mathématiques risquent d'expérimenter une diminution du capital humain dans les domaines s'y rattachant. Selon cette auteure, les objectifs sociaux des communautés culturelles où la technologie revêt une importance fondamentale et où les compétences en mathématiques s'avèrent essentielles, risqueraient d'être compromis.

Une avenue de recherche qui paraît prometteuse afin de répondre à ces préoccupations consiste à examiner la contribution des différents contextes sociaux à l'apprentissage de la numération chez l'enfant. En effet, hormis les habiletés numériques innées (Bideaud, 1997; Geary, 2000; Wynn, 1992) qui seront décrites plus loin, la plupart des connaissances en numération sont acquises lors des interactions sociales de l'enfant, et de tous temps, les différentes communautés culturelles ont valorisé et encouragé le développement de cet ensemble de compétences cognitives (Gauvain, 1998).

Apprentissage de la numération pendant la période préscolaire

Les différentes dimensions de la numération émergent très tôt dans la vie et se développent en parallèle pendant la période préscolaire, pour se joindre avec la scolarisation (LeFevre, 2000). Parmi celles-ci, on compte l'acquisition des mots-nombres, du comptage et de la cardinalité, de même que la reconnaissance et la production des symboles écrits représentant les nombres. Dans la majorité des cultures et des groupes sociaux, la maîtrise de ces dimensions devient rapidement essentielle à l'insertion sociale et à la réalisation de nombreuses activités: le partage des biens, la gestion du temps, les activités culinaires ou monétaires. Ainsi, comme le langage, le nombre devient un « outil psychologique » transformant le lien entre la pensée de l'enfant et ses activités sociales (Parent & Caron, 2007; Vygotsky, 1930/1985).

Apprentissage des mots-nombres, du comptage et de la cardinalité. Il est désormais largement reconnu qu'avant son entrée à l'école, et même avant l'acquisition du langage, le jeune enfant possède diverses connaissances au sujet des nombres (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Baroody, 1987; Cordes & Gelman, 2005; Fuson, 1988; Geary, 2000; Gelman & Gallistel, 1978; Resnick, 1989; Siegler, 1991). Des méthodes de recherche de plus en plus sophistiquées ont permis de

constater que les nouveaux-nés naissent équipés d'une sensibilité aux petites quantités, particulièrement aux variations de celles-ci (Bijeljac-Babic, Bertoncini, & Mehler, 1991; Dehaene, 1997; Lipton & Spelke, 2003; Starkey, Spelke & Gelman, 1991; Spelke, 2000). En effet, seulement quelques mois après la naissance, les bébés seraient capables de différencier des petits ensembles de un à trois ou quatre objets et de percevoir des modifications quantitatives à leur sujet (Wynn, 1992, 1995 ; Starkey, 1992; Starkey, Spelke & Gelman, 1990). L'utilisation d'un paradigme d'habituation visuelle en laboratoire montre que lorsque divers petits ensembles d'objets sont présentés à des bébés de quatre mois, ceux-ci observent plus longuement les séquences où l'addition d'un objet à un deuxième révèle un résultat inattendu (un ou trois objets) plutôt qu'un résultat normalement attendu (deux objets) (Simon, Hespos, & Rochat, 1995; Wynn, 1992; 1995).

Un peu plus tard, soit entre 12 et 18 mois, le jeune enfant devient capable de maîtriser les relations ordinales (un ensemble de deux objets est plus petit qu'un ensemble de trois objets), du moins en ce qui concerne les petites numérosités de un à quatre objets (Cooper, Campbell & Blevine, 1983; Strauss & Curtis, 1984). Ainsi, avant même d'avoir appris à compter, les bébés possèdent une habileté primitive à détecter des variations simples de quantité (Bisanz, Sherman, Rasmussen & Ho, 2005; Cordes & Gelman, 2005; Ginsburg, Klein & Starkey, 1998). Ces jugements quantitatifs seraient fondés sur un raisonnement qualitatif de nature perceptive, expliquant du coup qu'ils sont présents avant l'acquisition du comptage et de la compréhension du sens des mots-nombres (Resnick, 1989). Bien qu'elles constituent des fondements essentiels à l'acquisition des compétences numériques subséquentes, ces habiletés précoces sont cependant restreintes par l'absence du langage, qui permet d'apposer une étiquette aux différents stimuli (un, deux, trois; 1, 2, 3; + - =) et aux différents processus mentaux déployés en contexte de numération (compter, additionner, soustraire) (Bideaud, 1999).

De la naissance à environ deux ans, les possibilités numériques sont par conséquent limitées et ne semblent pas dépasser les premiers nombres (Bideaud, 1997). L'acquisition du langage et l'initiation au système numérique parlé, principalement dans le contexte familial, à la garderie puis à l'école, ferait rapidement évoluer cette situation, permettant à l'enfant d'intégrer les mots-nombres à son raisonnement perceptif (Bideaud, 1997; Cordes & Gelman, 2005; Fuson, 1988, 1991; Fuson & Hall, 1992). Ce processus menant à la compréhension du nombre serait enclenché par la capacité d'énumération de la séquence des mots-nombres, généralement entre deux et quatre ans (Fuson, 1988). Au départ, les mots-nombres ne seraient pas individualisés et leur séquence constituerait une totalité unique (« undeutroisquatre... »). Semblable à une comptine pouvant être récitée sans fautes (de un à dix) vers quatre ans (Baroody, 1987), cette énumération serait dépourvue de signification arithmétique (Bideaud, 1997). En effet, même lorsque la suite apprise est prononcée en présence d'objets, les enfants qui en sont à cette étape ne peuvent pas associer les objets à la suite des mots-nombres. Les mots-nombres seraient progressivement différenciés (« un-deux-trois... »), puis associés aux objets. L'enfant est toutefois incapable de compter à partir d'un nombre donné et la chaîne des mots-nombres reste donc incassable (Bideaud, 1997). Malgré cette restriction qui peut subsister au-delà de cinq ans, l'association entre les mots-nombres et les objets ouvre la porte au comptage, possible vers deux ou trois ans sur de faibles numérosités seulement (un à trois) (Case, Griffin & Kelly, 2001; Fuson, 1998; Starkey, 1992), puis au-delà de quatre vers quatre ans.

Enfin, entre quatre et cinq ans, après avoir mémorisé la séquence des nombres et maîtrisé le comptage de collections plus importantes, l'enfant acquiert la cardinalité, cette compréhension que le dernier nombre compté correspond au total des objets d'une collection. Cette acquisition permet de combler l'écart entre le comptage en tant

qu'activité ritualisée que l'enfant effectue machinalement comme il récite une comptine (Fuson, 1988; Siegler, 1991) et le comptage en tant que stratégie de résolution à un problème arithmétique (par exemple: répondre à la question «combien?», partager et répartir des objets, reproduire des ensemble d'éléments). Ainsi, vers l'âge de cinq ans, c'est-à-dire avant l'entrée à la maternelle, la plupart des enfants maîtrisent la cardinalité (Siegler, 1991) et réussissent à compter de petits ensembles d'objets sans effectuer d'erreurs, comme compter le même objet deux fois (Case et al., 2001)¹. Même si l'acquisition de la cardinalité marque une étape importante vers le développement d'une compréhension numéraire intégrée, elle est insuffisante à elle seule pour permettre l'exécution de plusieurs opérations numériques plus complexes que le dénombrement (arithmétique, géométrie, algèbre). Par exemple, la capacité de placer le nombre adéquat de bougies sur un gâteau d'anniversaire ne signifie pas nécessairement que l'enfant est capable de déduire combien de bougies il devra disposer l'année suivante. Selon Bialystok (1992), la maîtrise de la cardinalité témoigne de la formation d'une représentation mentale précoce (une quantité, un total), qui doit évoluer, se modifier afin de permettre les activités numériques adultes.

La numération, au même titre que la littératie, dépend en outre de la capacité de représentation symbolique, c'est-à-dire la capacité d'utiliser les représentations mentales rattachées aux symboles et aux mots-nombres, afin d'effectuer des opérations cognitives. En effet, le nombre, écrit ou parlé, est une construction symbolique culturelle utilisée pour représenter une quantité, une mesure, un rang ou même un agencement non numérique comme un numéro de téléphone ou le numéro d'une plaque d'immatriculation. Ainsi, bien que la compréhension adulte intégrée du concept de nombre est caractérisée par la capacité de comprendre sa nature symbolique

¹ L'âge d'acquisition du principe de la cardinalité demeure l'objet de débats chez les chercheurs œuvrant dans le domaine du développement de la numération (voir Linnell & Fluck, 2001 et Siegler, 1991 pour une discussion des différentes perspectives théoriques et des appuis empiriques à ce sujet).

(Bialystok, 1992), la diversité des contextes d'utilisation du nombre complexifie le portrait de l'apprentissage de la numération. La compréhension du nombre requiert par conséquent une flexibilité dans la capacité de passer de l'une à l'autre des différentes significations contextuelles des nombres (Bialystok, 1992; Fuson, 1988; Sinclair & Sinclair, 1984). En ce sens, Fuson (1992) suggère que l'acquisition de la signification des nombres provient justement de leur utilisation dans divers contextes. Grâce aux expériences répétées avec les nombres dans différents contextes, l'enfant développerait progressivement la flexibilité cognitive lui permettant de passer d'une signification des nombres à une autre (Baroody & Dowker, 2003).

Reconnaissance et production des nombres écrits. Pendant la période préscolaire, l'enfant apprend à reconnaître et à écrire les symboles graphiques représentant les nombres. Malgré le fait que l'apprentissage des nombres écrits est central au développement scolaire, cet apprentissage demeure peu documenté, en particulier en ce qui concerne la période préscolaire (Bialystok, 1992; Sinclair, 1988). En effet, à part quelques exceptions (par exemple: les travaux de Hunting [1999] sur le partage et ceux de Clements [1999] sur la géométrie), la plupart des études qui ont évalué les compétences numériques des enfants d'âge préscolaire se sont intéressées au développement du comptage, de la cardinalité, du calcul ou de la vérification du concept piagétien de conservation (Ginsburg, Pappas & Seo, 2001; Sinclair & Sinclair, 1984). Par conséquent, les connaissances sur l'apprentissage du système de nombres écrits sont limitées en comparaison avec celles des autres facettes du développement numérique (le comptage, la cardinalité, le calcul et la conservation).

Néanmoins, Gibson et Levin (1975) et Adams (1990) suggèrent que pour reconnaître un nombre écrit, l'enfant doit connaître les propriétés graphiques qui le distinguent des autres nombres. Ainsi, la reconnaissance et la lecture des nombres écrits sollicitent une analyse visuelle sophistiquée, nécessitant l'apprentissage des

caractéristiques distinctes de chaque nombre écrit. Or, comme la mémorisation de la séquence verbale des nombres ne suppose pas nécessairement leur compréhension, la compréhension des nombres écrits ne se limite pas à la reconnaissance de leurs caractéristiques physiques. La reconnaissance et la production des nombres écrits fait également appel à la valeur symbolique des nombres (chaque nombre est associé à une représentation spécifique, soit une quantité, une distance, un rang, ou un agencement non numérique). Pour qu'un nombre écrit possède une signification particulière pour l'enfant, celui-ci doit l'associer à un mot-nombre dans la séquence numérique. C'est en associant les symboles écrits et les mots-nombres correspondants dans la séquence numérique augmentant en magnitude que les nombres écrits deviennent un moyen de représenter les différentes dimensions du concept du nombre (quantités, distances, rangs) et prennent tout leur sens (Case et al., 2001; Fuson, 1992).

Dès l'âge de trois ans, la majorité des enfants commenceraient à traiter les informations numériques écrites issues de leur environnement (Sinclair & Sinclair, 1984). Au moment de l'entrée à la maternelle, c'est-à-dire vers cinq ans, la majorité des enfants pourraient reconnaître les nombres écrits de un à neuf (Baroody, 1987; Case et al., 2001; Sinclair, 1988). Cependant, très peu de recherches empiriques ont été effectuées pour appuyer ces perspectives théoriques. À l'instar de la compréhension du nombre parlé, la compréhension du nombre écrit origine d'un processus long et complexe, qui s'explique aussi en partie par ses multiples usages: dans certains contextes, le nombre écrit reflète une propriété ordinale (un rang), dans d'autres, il peut représenter une cardinalité (total des éléments d'une collection), informer quant à une taille (5 centimètres) ou former un code social facilitant la communication (numéro de téléphone, adresse, plaque d'immatriculation). Le développement de la compréhension du nombre écrit a été peu étudié, hormis les travaux exploratoires de Sinclair et ses collaborateurs (Sinclair & Sinclair, 1984; Sinclair, Siegrist & Sinclair, 1982). Ces auteurs montrent que dès l'âge de quatre ans,

la majorité des enfants identifient correctement les nombres écrits de 1 à 9 présentés dans différents contextes (par exemple : une adresse, un numéro de téléphone). À cet âge, l'identification est davantage descriptive que fonctionnelle (par exemple : à la vue d'un gâteau d'anniversaire en forme de cinq, la plupart s'écrient : « c'est un cinq! » ou « c'est sa fête! », plutôt que : « ça veut dire qu'il a cinq ans »). Une évolution importante dans la capacité d'identifier la fonction du nombre écrit s'observerait entre quatre et cinq ans et encore plus entre cinq et six ans, âge auquel la compréhension du nombre écrit commencerait à être pleinement intégrée (Bialystok, 1992).

Apprentissage de la numération et interactions parent-enfant

Les concepts mathématiques informels appris pendant la période préscolaire formeraient le noyau de la compréhension du nombre et fourniraient une base pour l'acquisition, la compréhension et l'assimilation éventuelle des mathématiques enseignées à l'école (Baroody, 1987; Gelman, 1990; Gelman & Gallistel, 1978; Resnick, 1983, 1989; Vygotsky, 1930/1985). À défaut d'avoir acquis les concepts mathématiques informels, l'apprentissage formel des mathématiques trouverait difficilement un point d'ancrage. Dès lors, l'enfant aurait davantage tendance à mémoriser les mathématiques, qui prendraient chez lui la forme d'une collection décousue de faits difficilement compréhensibles (Baroody & Dowker, 2003; Resnick, 1983).

De nombreux chercheurs ont suggéré que les échanges avec le parent jouent un rôle important dans l'acquisition des concepts mathématiques informels (Baroody, 1987; Bialystok, 1992; Resnick, 1983, 1989; Sophian, 1991, 1998). La plupart de ces chercheurs se sont inspirés du processus de transmission sociale initialement proposé par Piaget (1964), surtout pour expliquer l'apprentissage du comptage (Baroody, 1987; Fuson, 1988, 1991). Ainsi, Fuson (1991) croit que les débuts du comptage constituent

tout simplement une «imitation de l'activité socioculturelle qu'est le comptage» (Bideaud, 1991, p. 165). Baroody (1987) présume également que les enfants commencent à compter grâce à l'imitation, mais aussi par le biais de la pratique et du renforcement: «un enfant, par exemple, peut apprendre par cœur à articuler « un, deux, trois... » parce que ses parents ont manifesté beaucoup de plaisir à ces répétitions et imitations de leur enfant, en renforçant l'exécution» (Bideaud, 1991, p. 138). Dans le même ordre d'idées, Fuson (1988) croit que les enfants acquièrent la maîtrise de la cardinalité parce qu'ils ont parfois été informés par un parent à l'effet que le dernier mot énoncé donne la quantité d'objets comptés. Selon Fuson (1991), pour certains enfants, cela est suffisant pour «déclencher les réponses correctes» (Bideaud, 1991, p.165).

Malheureusement, plusieurs de ces vues demeurent théoriques, ont peu d'appuis empiriques, et on connaît bien peu les compétences en numération des enfants d'âge préscolaire, telles qu'elles se présentent dans un contexte de numération parent-enfant, de même que les comportements parentaux qui encouragent leur émergence. Font toutefois exception les travaux maintenant classiques de Saxe et ses collègues (Saxe et al., 1987), ceux de Fluck (Fuck, 1995; Linnell & Fluck, 2001) et récemment, ceux de Bjorklund et ses collègues (Bjorklund et al., 2004), décrits de façon détaillée ci-après.

Appuis empiriques à l'importance des interactions parent-enfant en situation de numération. Au cours d'une série de travaux visant à préciser l'interaction entre les caractéristiques développementales et sociales de la compréhension du nombre, Saxe et ses collègues (1987) ont examiné la contribution des interactions avec la mère dans le développement de la compréhension numéraire des enfants de deux ans et demi et de quatre ans et demi. Les résultats de leurs recherches confirment que les mères des deux groupes étayent l'apprentissage du comptage et de la cardinalité.

Deux types de tâche et deux niveaux de complexité de ces tâches ont été proposés aux dyades mère-enfant afin d'observer les conduites maternelles : une tâche de comptage (ensemble de 5 ou 13 points à compter) et une tâche de reproduction numéraire à l'aide de jetons (ensemble de 3 ou 9 reproductions). Dans la tâche de comptage, les mères introduisent l'enfant aux différentes stratégies permettant un comptage efficace. Par exemple, dépendamment de l'âge de l'enfant, elles insistent sur l'attribution d'un seul mot-nombre pour chaque item ou démontrent comment éviter de compter un item à deux reprises en comptant les items ligne par ligne. Dans la tâche de reproduction numéraire, elles encouragent l'acquisition de la cardinalité en accentuant le dernier nombre compté par l'enfant. Par ailleurs, Saxe et al. (1987) ont constaté que les mères ajustent la spécificité de leurs instructions en fonction de la complexité de la tâche, du niveau de compétences en numération de leur enfant, ainsi qu'en fonction des succès et des échecs de celui-ci, tout au long de la tâche. Une des rares différences associées au milieu socio-économique concerne le fait que lors des tâches plus complexes, les mères de milieu socio-économique défavorisé simplifient davantage les buts ou la structure de la tâche pour leur enfant, comparativement aux mères de milieu socio-économique favorisé. Ces différences sont cohérentes avec le niveau de difficulté des activités de numération effectuées à la maison, dans le sens où les enfants de milieu favorisé s'adonnent généralement à des activités de numération plus complexes que les enfants de milieu défavorisé. Elles correspondent également au niveau de compétences en numération à quatre ans, telles qu'évalué en prétest : les enfants de milieu favorisé démontrent une performance individuelle supérieure à celle des enfants de milieu défavorisé aux tâches de complexité plus élevée (cardinalité, comptage complexe, reproduction complexe).

Un résultat saillant rapporté par Saxe et al. (1987) concerne la différence de performance observée entre les tâches effectuées de façon individuelle par l'enfant et

celles effectuées en collaboration avec la mère. Plusieurs enfants qui ne pouvaient compter ou reproduire les deux ensembles de nombres en solo, réussissent à le faire avec l'aide de leur mère. Les mères créaient donc un contexte où leur enfant peut utiliser et pratiquer ses compétences émergentes en numération, compétences que l'enfant n'arrive pas à utiliser en solo pour réaliser une tâche avec succès (Saxe et al., 1987).

Les recherches de Fluck et ses collègues (1995; Linnell & Fluck, 2001) corroborent celle de Saxe et al. (1987). En effet, ces auteurs ont cherché à préciser de quelles façons les mères encouragent l'apprentissage de la cardinalité, en mettant en évidence pour leur enfant de deux ou trois ans le lien entre le comptage et la cardinalité (un lien qui ne serait pas encore complètement acquis à ce jeune âge) (Fuson, 1988). Fluck et ses collègues ont donc utilisé une tâche d'énumération et une tâche de comptage qu'ils ont voulu rendre davantage attrayantes et naturelles pour les enfants que les tâches utilisées par Saxe et al. Ainsi, l'énumération était demandée dans le but « d'apprendre à Billie, un clown-marionnette, comment compter » et la tâche de comptage consistait à compter les jouets d'un autre clown-marionnette appelé Charlie. Les deux tâches étaient effectuées avec le soutien maternel. La présentation de la tâche par la mère et les rétroactions procurées à l'enfant étaient toutes deux examinées.

Les résultats de ces auteurs indiquent que dans les dyades où la mère fait d'emblée le lien entre le comptage et la cardinalité dès la présentation de la tâche (en disant « *compte combien* il y a d'objets »), l'enfant donne plus de bonnes réponses cardinales que dans les dyades où la mère introduit la tâche en mettant l'accent uniquement sur le comptage (« *compte* les objets») ou sur la cardinalité (« *combien* y a-t-il d'objets?). De plus, les mères étayaient spontanément l'acquisition de ce principe en renforçant les réponses orientées vers son application, soit en accentuant le dernier nombre compté (« oui, c'est ça, *cinq* ») ou en explicitant le lien entre le dernier nombre

compté et la totalité des objets de l'ensemble (« c'est ça, il y a *quatre camions* »). En retour, les différences individuelles dans la fréquence de rétroactions positives accordées par les mères sont associées au nombre total de bonnes réponses cardinales données par l'enfant. À l'instar de Saxe et al. (1987), la performance en cardinalité observée dans le contexte des interactions mère-enfant, où l'enfant bénéficiait du soutien maternel, contraste largement avec la performance en cardinalité observée lorsque l'enfant ne recevait pas le soutien maternel. En effet, aucun des enfants évalués par Fluck (1995) ne pouvait effectuer le lien entre le comptage et la cardinalité de façon autonome.

En somme, Fluck et ses collègues (Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001) soutiennent que lorsqu'elles interagissent avec leur enfant, les mères utilisent le langage de façon à encourager l'acquisition de la cardinalité. Plus précisément, en explicitant le lien entre le comptage et la cardinalité (dans leur façon de présenter la tâche ou lorsqu'elles accentuent le dernier nombre compté), la mère permet à l'enfant de développer sa compréhension de la cardinalité, non pas par un processus exclusivement endogène comme plusieurs auteurs l'ont proposé (Gelman & Gallistel, 1978; Karmiloff-Smith, 1992; Siegler, 1991), mais à travers un processus dynamique d'échanges sociaux. Selon ces auteurs, la compréhension de la cardinalité naîtrait au sein des interactions entre l'enfant et son environnement; elle serait imbriquée dans le discours social (Linnell & Fluck, 2001).

Enfin, Bjorklund et ses collègues (2004) ont employé un angle d'étude différent en tentant de préciser les stratégies arithmétiques des enfants de cinq ans dans le contexte de deux activités de numération parent-enfant effectuées à la maison au cours de trois sessions hebdomadaires. La première activité, davantage ludique, constitue une version modifiée du jeu de « Serpents et échelles ». La seconde activité, à consonance davantage scolaire, consiste à résoudre une série de 12 problèmes arithmétiques

administrés par le parent. Les résultats de ces chercheurs montrent que les enfants déploient une variété de stratégies arithmétiques, qui changent cependant en fonction de l'activité dans laquelle elles sont employées. Parallèlement, les comportements d'encadrement et de soutien déployés par les parents varient considérablement entre l'activité ludique et l'activité à caractère scolaire, signifiant que ces derniers sont sensibles aux variations dans les demandes cognitives évoquées par les deux différentes activités. Les parents ajustent par ailleurs la spécificité de leur encadrement au niveau de compétence en mathématiques de l'enfant, les enfants moins compétents recevant des directives plus spécifiques de la part de leurs parents, comparativement aux enfants plus compétents. Enfin, les résultats de Bjorklund et ses collègues révèlent que les stratégies d'étayage procurées par les parents sont stables d'une session à l'autre.

Dans l'ensemble, ces études appuient la contribution des interactions parent-enfant à l'apprentissage de différentes compétences préscolaires en numération. Toutefois, à notre connaissance, aucune étude n'a tenté de préciser la contribution des interactions avec le parent dans l'apprentissage de la reconnaissance des nombres écrits. Jusqu'à présent, l'étude des interactions parent-enfant en contexte de numération a été centrée sur l'acquisition de la cardinalité, des habiletés procédurales de comptage et des stratégies arithmétiques. Par ailleurs, hormis les études de Saxe et al. (1987) et de Bjorklund et al. (2004), les connaissances actuelles concernant les variations contextuelles des conduites de collaboration mère-enfant en contexte de numération demeurent limitées. Enfin, on connaît peu la contribution relative des caractéristiques de ces interactions et des caractéristiques de l'enfant lui-même, à l'établissement d'une collaboration mère-enfant qui favorise l'apprentissage de la numération.

Perspective socioculturelle du développement cognitif

La perspective selon laquelle l'apprentissage de la numération émergerait des interactions sociales de l'enfant, dont les interactions avec les parents, est cohérente avec la théorie socioculturelle du développement cognitif proposée initialement par Vygotsky (1934/ 1978) et appuyée depuis par de nombreux chercheurs (Gauvain, 1998; Rogoff, 1990, 2003; Valsiner & Van der Veer, 1993; Wertsch & Kanner, 1992).

Dans son modèle, Vygotsky (1930/ 1985) postule que les compétences cognitives typiquement humaines, qu'il nomme «fonctions mentales supérieures», sont d'origine sociale. Selon la perspective vygotskienne, la nature sociale de ces compétences réfère à deux processus. Premièrement, les compétences valorisées par la culture d'appartenance sont introduites à l'enfant lors de ses interactions avec l'adulte. Ces compétences sont ensuite intériorisées par l'enfant, de sorte à ce qu'elles s'opèrent progressivement sous son propre contrôle. Pour Vygotsky, les compétences cognitives apparaissent donc à deux reprises dans le répertoire de l'enfant: une première fois sur le plan interpsychologique, au cours de ses interactions sociales, puis une deuxième fois au plan intrapsychologique, après qu'elles aient été intériorisées par l'enfant (Vygotsky, 1930/1985).

Le deuxième processus social concerne la médiation des activités cognitives par l'utilisation d'outils et de symboles culturels. D'après Vygotsky, les fonctions mentales élémentaires présentes chez l'enfant à la naissance sont transformées en fonctions mentales supérieures au cours du développement, par l'utilisation des outils et des symboles culturels. Les outils culturels sont des habiletés, des compétences et des stratégies cognitives, dont l'intériorisation permet à l'enfant le développement d'autres compétences. À la manière des outils matériels, les outils et les symboles culturels altèrent le fonctionnement et la structure de la pensée, entraînant alors une modification de la relation entre l'individu et son environnement (Vygotsky, 1985).

L'outil culturel le mieux connu est sans aucun doute le langage verbal, alors que l'alphabet et le système de nombres constituent des exemples de symboles culturels.

Ces deux processus proposés par le modèle vygotkien sont complémentaires: les outils et les symboles culturels sont généralement introduits dans les interactions avec l'adulte, et ce, dès les premières années de la vie de l'enfant. La maîtrise progressive des outils et des symboles culturels introduits par l'adulte permet à l'enfant de passer graduellement d'une régulation externe, effectuée par l'adulte à une régulation autonome exercée sous son propre contrôle. Interprétant ces deux processus de concert, Kermani et Brenner (2000) résument ainsi la conception vygotkienne du développement cognitif de l'enfant: «par l'intermédiaire de ses interactions avec l'adulte, l'enfant acquiert les outils et les stratégies cognitives nécessaires à la complétion indépendante d'une activité à caractère intellectuel» (p.31, traduction libre).

Zone du développement proximal. Vygotsky (1930/ 1985) a proposé le concept de la zone du développement proximal, en tant que métaphore afin de préciser l'importance des interactions entre l'adulte et l'enfant comme contexte d'apprentissage. Ce concept permet d'illustrer la perspective selon laquelle le développement découle de la participation de l'enfant dans une activité légèrement au-delà de ses compétences, avec l'aide d'un adulte. Vygotsky définit la zone du développement proximal comme «la différence entre le niveau de résolution de problème sous la direction et avec l'aide d'adultes et celui atteint seul» (Vygotsky, 1930/1985, p.31). En participant à une activité avec le soutien d'un adulte, l'enfant est capable d'effectuer beaucoup plus que ce qu'il pourrait réaliser en solo. Les travaux de Saxe et al. (1987) et de Fluck et al. (Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001) le confirment. La zone du développement proximal permet en ce sens de saisir les compétences en voie d'acquisition dans leur processus d'émergence, donnant ainsi un aperçu des pas futurs de l'enfant et de la

dynamique de son développement (Parent & Caron, 2007; Valsiner & van der Veer, 1993).

Ce que l'enfant est en mesure de faire aujourd'hui à l'aide des adultes, il pourra l'accomplir seul demain. La zone proximale de développement nous aide ainsi à connaître les pas futurs de l'enfant et la dynamique de son développement en prenant en considération non seulement les résultats déjà obtenus mais aussi ceux en voie d'acquisition (Vygotsky, 1930/1985, p.108).

Le concept de la zone du développement proximal illustre comment l'enfant peut être responsable d'exercer certaines compétences liées à l'activité, tout en participant à une production globale, effectuée de façon fluide et intégrée par l'adulte. Bien que l'enfant doive acquérir la maîtrise de chacune de ces compétences afin de pouvoir produire la compétence globale de façon intégrée et autonome, leur exercice préalable au plan interpsychologique, dans la zone du développement proximal, en facilite l'intégration (Cole, 1999; Parent & Caron, 2007). À partir du concept de la zone du développement proximal, certains chercheurs (Collins, Brown & Newman, 1989; Freund, 1990; Moss, 1992; Parent, Gosselin & Moss, 2000) ont tenté d'opérationnaliser le processus d'émergence des compétences cognitives dans les interactions entre l'adulte et l'enfant. Quatre phases distinctes en ressortent, caractérisées par un niveau différent de partage des responsabilités. La première phase renvoie aux compétences qui se situent au-delà de la zone du développement proximal au sein de la dyade. Ces compétences sont rarement observées dans les activités dyadiques. Au cours de la deuxième phase, dite d'acquisition ou de modelage, l'adulte introduit, par modelage, une nouvelle compétence dans le répertoire de l'enfant. Bien qu'on remarque une augmentation de la proportion des comportements dyadiques reliés à cette nouvelle compétence, la plupart des parties de l'activité qui sont liées à cette compétence sont effectuées par l'adulte. L'enfant a l'opportunité d'observer la

compétence effectuée de façon mature par l'adulte, qui agit en tant que modèle. La troisième phase est caractérisée par la participation accrue de l'enfant dans l'activité dyadique. Dans cette phase de consolidation ou de coaching, l'enfant est capable de participer à l'exécution des opérations, quoique le soutien actif de l'adulte soit toujours nécessaire. La quatrième phase, dite d'inhibition ou de fondu, réfère aux habiletés qui sont en voie d'être maîtrisées par l'enfant. Celui-ci est capable d'effectuer l'opération par lui-même, permettant à l'adulte de diminuer le soutien qu'il procure. Cette dernière phase correspond au passage de la compétence au plan intrapersonnel de l'enfant, qui pourra prochainement l'exécuter de façon autonome. Finalement, les chercheurs qui proposent cette conceptualisation de la zone du développement proximal s'entendent pour dire que ces quatre niveaux de partage des responsabilités se manifestent simultanément (pour différentes compétences) dans les situations d'apprentissage où collaborent un adulte et un enfant.

Rôles respectifs de l'adulte et de l'enfant. Une conceptualisation par niveau de partage des responsabilités souligne le caractère dyadique de la zone du développement proximal et témoigne de l'importance de la participation active de l'adulte et de l'enfant. Ce point de vue se distingue d'autres interprétations qui ont été conférées au concept de la zone du développement proximal. En effet, parmi les différentes interprétations recensées par Valsiner et van der Veer (1993), plusieurs la décrivent comme une propriété de l'enfant que l'adulte doit cibler dans les échanges visant l'apprentissage. Comme le soulignent Wertsch et Sohmer (1995), la définition initiale proposée par Vygotsky concernait davantage les situations d'enseignement / apprentissage ainsi que la dyade tuteur-apprenti, et constitue ainsi un attribut du contexte collaboratif.

Qui dit collaboration dit participation de l'adulte et de l'enfant. Dans le modèle vygotkien, l'adulte s'avère le partenaire idéal afin de favoriser le développement

cognitif de l'enfant, puisqu'il est généralement expert dans la maîtrise des compétences socialement reconnues. Pour Vygotsky, le rôle de l'expert, qu'il soit un parent, un enseignant ou un pair plus expérimenté, est donc celui d'un tuteur responsable de transmettre à l'enfant les compétences qu'il détient, déléguant graduellement à l'enfant la responsabilité de l'exécution de ces compétences. Par ailleurs, le rôle de l'adulte est double puisqu'après avoir initié l'enfant aux compétences valorisées par la culture, il doit l'assister dans la restructuration nécessaire au passage de ces compétences du plan interpersonnel au plan intrapersonnel, jusqu'à ce que la compétence se manifeste sous le contrôle de l'enfant (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994).

Selon le modèle vygotskien, c'est grâce à cette asymétrie au niveau des connaissances entre le tuteur et l'apprenti que l'apprentissage est possible. Cependant l'asymétrie entre les rôles de l'adulte et de l'enfant ne fait pas l'unanimité parmi les théoriciens du développement cognitif en tant que contexte idéal favorisant l'apprentissage. Par exemple, pour Piaget (1964) ce sont les relations symétriques avec les pairs qui permettent un développement cognitif optimal. Ces relations davantage réciproques, centrées autour de l'échange d'idées et de la coopération rendent possible la construction conjointe de la réalité, alors que les échanges avec l'adulte, basés sur une relation d'autorité unilatérale entravent cette co-construction² (Schneuwly & Bronckart, 1985). Comme le souligne toutefois Rogoff (1990), ces divergences proviennent surtout des aspects différents du développement cognitif que ces deux auteurs ont tenté d'expliquer. En effet, la résolution d'un conflit cognitif peut être nécessaire pour que l'enfant acquiert une perspective qualitativement différente; comme un principe de conservation ou de classification qu'il apprend suite à un échange avec un pair qui vient tout juste de l'acquérir lui-même et qui est habile dans la démonstration de la démarche cognitive lui ayant permis d'y arriver. D'un autre

² On peut ajouter que dans les échanges avec un adulte ou un enfant, si l'un des deux partenaires tient mordicus à ses idées et tente de les transmettre de façon unilatérale, sans tenir compte des idées de l'autre, la collaboration est freinée, au même titre que le développement cognitif susceptible d'en découler.

côté, l'adulte peut s'avérer un agent social plus efficace afin de transmettre les outils culturels puisqu'il est plus familier avec ceux-ci. D'ailleurs, des recherches récentes indiquent qu'à court terme, un partenaire adulte est plus efficace pour favoriser la performance solo ultérieure de l'enfant, comparativement à un enfant-expert du même âge (Radziszewska & Rogoff, 1989; Rogoff, 1990).

Par ailleurs, Vygotsky (1934/1978, 1930/1985) décrit l'enfant comme un participant actif dans l'apprentissage des compétences cognitives. Cependant, la participation à laquelle réfère Vygotsky concerne davantage le processus de restructuration intrapsychologique par lequel l'enfant intériorise la compétence enseignée. Vygotsky insiste sur la dynamique du processus d'intériorisation qui est, selon lui, plus qu'un simple transfert de l'externe à l'interne. Plus précisément, l'enfant reconstruit ses structures internes existantes à la lumière de la compétence qu'il a d'abord expérimentée sur le plan externe, social. Ainsi, l'intériorisation d'une compétence implique une participation cognitive active de l'enfant tant lors de l'interaction avec l'adulte que lors de la reconstruction des connaissances que l'enfant effectue de façon interne, pour lui-même (Parent & Caron, 2007). Vygotsky souligne que le processus d'intériorisation d'une compétence est un processus long et complexe qui inclut à la fois la reconstruction structurelle et fonctionnelle de la compétence. Ce processus peut s'étendre sur plusieurs années comme en témoigne le passage du langage social au langage interne (Vygotsky, 1930/1985). En ce sens, Vygotsky (1934/1978) est d'avis que la forme finale, mature, que prendra la compétence est «le résultat d'une longue série d'événements développementaux» (p. 57, voir aussi Parent & Moss, 1994).

Le concept d'étayage maternel. L'ampleur du rôle de l'adulte dans le processus de transmission des compétences cognitives à l'enfant est probablement la dimension du modèle vygotskien qui a inspiré l'étude des interactions parent-enfant lors du

développement cognitif de l'enfant. Au centre de ces recherches, portant surtout sur les mères, repose le concept d'étayage de Wood et Bruner (Bruner, 1975; Wood, Bruner & Ross, 1976; Wood & Middleton, 1975), très apparenté au concept de la zone du développement proximal de Vygotsky. Ces auteurs ont élaboré la notion d'étayage afin de décrire les interactions adulte-enfant qui caractérisent les situations dans lesquelles l'adulte doit guider l'enfant dans la réalisation d'une tâche dont le niveau de difficulté est tel que ce dernier ne maîtrise pas encore les compétences qui lui permettraient de l'accomplir seul. Dans le contexte d'une tâche exécutée en collaboration par l'adulte et l'enfant, l'étayage correspond ainsi aux efforts et aux stratégies déployés par l'adulte afin de combler l'écart entre les exigences à rencontrer pour accomplir la tâche avec succès et le niveau de compétence de l'enfant. Le concept d'étayage est un concept interactif qui se veut en constante progression et sujet à une négociation continue entre les partenaires. Wood, Bruner et Ross (1976) décrivent d'ailleurs l'étayage maternel et sa relation avec l'acquisition des compétences par l'enfant comme un processus dynamique.

Au départ, l'adulte assume une plus grande part de responsabilités que l'enfant dans la régulation de l'activité. Ses interventions initiales sont élaborées et explicites afin de structurer la tâche et de la segmenter en petites unités pour la rendre accessible à l'enfant. Puis, l'adulte retire graduellement son soutien en cours d'exécution afin de permettre à l'enfant d'assumer une plus grande part de responsabilités dans la régulation de la tâche. L'étayage est donc caractérisé par une évolution dans le partage des responsabilités au sein de la dyade lors du déroulement de l'activité.

Sur le plan empirique, de nombreux travaux ont tenté de préciser les caractéristiques d'un étayage efficace, qui encourage l'apprentissage d'une compétence cognitive nouvelle et son utilisation autonome ultérieure. Les travaux pionniers de Wood et Middleton (1975), par la suite appuyés par plusieurs autres,

indiquent que les mères modifient l'intensité de leur encadrement à la suite des succès et des échecs de l'enfant pendant l'exécution de la tâche (Hyde, Else-Quest, Alibali, Knuth & Romberg, 2006; Kermani & Brenner, 2000; Saxe et al., 1987; Wood & Middleton, 1975). Ainsi, à la suite d'un échec, les mères augmentent l'intensité, la directivité ou la spécificité de leur encadrement, alors qu'à la suite d'un succès, elles diminuent l'intensité de leur encadrement pour laisser davantage de place à l'exécution autonome par l'enfant. Cet ajustement de l'étayage maternel contingent aux succès et aux échecs de l'enfant tout au long de la tâche est associé positivement à la performance solo subséquente de l'enfant lors de diverses tâches cognitives, telles que la reproduction de modèles, la construction par blocs, la planification, la reproduction numéraire et le comptage, ainsi que les associations verbales (Kermani & Brenner, 2000; Saxe et al., 1987; Wood & Middleton, 1975). Cette façon de procéder susciterait une meilleure collaboration de la part de l'enfant et favoriserait son engagement et sa persévérance à la tâche (Westerman, 1990).

D'autres études ont également montré que la collaboration de l'enfant et sa performance autonome ultérieure sont favorisées par des stratégies maternelles visant à augmenter la valeur motivationnelle de l'activité. À ce chapitre figurent les renforcements positifs, les encouragements et la mise en valeur des succès de l'enfant (Diaz, Neal & Amaya-Williams, 1990; Diaz, Neal & Vacchio, 1991; Meins, Fernyhough, Russell & Clark-Carter, 1998; Neitzel & Stright, 2003). Les résultats de Diaz et al. (1991) indiquent que les renforcements positifs et l'attribution des succès à l'enfant sont les stratégies maternelles qui prédisent le mieux la performance autonome de l'enfant. De façon similaire, les encouragements procurés par la mère lors de diverses tâches de résolution de problèmes pendant l'année précédant l'entrée à la maternelle seraient associés à l'autorégulation cognitive, affective et comportementale à la maternelle. Inversement, le rejet maternel serait associé à des difficultés

autorégulatoires, tant sur le plan cognitif, affectif que comportemental (Stright, Neitzel, Sears & Hoke-Sinex, 2001).

Par ailleurs, l'importance du partage, et éventuellement du transfert des responsabilités entre la mère et l'enfant, a été mis en lumière par plusieurs chercheurs (Kermani & Brenner, 2000; Moss, Parent, Gosselin & Dumont, 1993; Parent & Moss, 1994; Parent et al., 2000; Radsisewszka & Rogoff, 1989; Rogoff, 1990; St-Laurent & Moss, 2003). Par exemple, Kermani et Brenner (2000) placent l'inclusion de l'enfant dans divers aspects de l'activité au centre de la définition d'un étayage facilitant l'intériorisation des habiletés cognitives de l'enfant. Les opportunités accordées à l'enfant pour pratiquer ses compétences émergentes seraient, selon ces auteurs, plus importantes pour favoriser le développement cognitif que les patrons de communication observés entre l'enfant et l'adulte. Leurs résultats appuient d'ailleurs ce raisonnement : les enfants qui ont davantage eu l'occasion de pratiquer leurs compétences émergentes sous l'encadrement de leur mère ont par la suite démontré une performance solo supérieure à celle des enfants moins inclus dans l'exécution de l'activité. Les résultats de divers travaux sur la collaboration mère-enfant en contexte de planification nuancent ces résultats (Radsisewszka & Rogoff, 1989; Rogoff, 1990; St-Laurent, 1999; St-Laurent & Moss, 2003). De fait, ces travaux révèlent que c'est tout particulièrement l'inclusion de l'enfant dans l'organisation et la planification des buts et des stratégies nécessaires pour réussir la tâche, jumelée à l'exécution par l'enfant des opérations qui font appel aux compétences qu'il maîtrise déjà, qui seraient associées à la performance autonome de l'enfant (St-Laurent, 1999).

Enfin, le contenu métacognitif de l'étayage et la qualité des directives procurées par l'adulte seraient vus comme deux dimensions centrales d'un étayage efficace, favorisant l'intériorisation des compétences cognitives à acquérir et l'adoption de stratégies autorégulatoires par l'enfant, au moment d'effectuer des

tâches similaires dans le futur (Neitzel & Stright, 2003; Stright et al., 2001). Le contenu métacognitif de l'étayage réfère à la capacité de l'adulte à procurer des informations permettant à l'enfant de conceptualiser la tâche, de reconnaître les stratégies appropriées afin de la résoudre et d'être attentif à ces différents aspects. La qualité des directives procurées par l'adulte concerne toutes les stratégies mises en œuvre par l'adulte afin d'adapter la tâche au rythme d'apprentissage de l'enfant, comme le fait de réduire la charge cognitive de la tâche, de répéter les étapes moins bien comprises par l'enfant et d'ajuster le rythme des directives. Cependant, après avoir évalué l'efficacité du contenu métacognitif de l'étayage, de la qualité des directives et du soutien affectif procuré à l'enfant lors d'une tâche de résolution de problème mère-enfant, Stright et ses collègues (Stright et al., 2001; Neitzel & Stright, 2003) constatent que ces trois dimensions de l'étayage maternel ont une contribution complémentaire plutôt qu'additive à diverses habiletés métacognitives déployées par l'enfant à l'école. En effet, chacune des trois dimensions de l'étayage maternel définies par Stright et al. est associée de façon distincte à la persévérance à la tâche, à l'auto-évaluation et à l'auto-supervision cognitive, à l'attention aux instructions et aux demandes d'aide, au langage métacognitif et à l'implication générale dans la classe.

Enfin, des études inter-culturelles (Kermani & Brenner, 2000; Rogoff, Mistry, Göncü & Mosier, 1993; Zevalkink & Riksen-Walraven, 2001) révèlent que l'étayage maternel est un concept observé au sein de plusieurs cultures différentes, mais variant également d'une culture à l'autre. Par exemple, comparativement aux mères d'origine euro-américaines, les mères mayas et indiennes observées par Rogoff et ses collègues (1993) procurent un étayage plus discret et interviennent davantage de façon non-verbale que les mères d'origine turque et américaine observées parallèlement lors de diverses situations mère-enfant : tâches quotidiennes, périodes de jeu, interactions orientées vers l'apprentissage. Les mères d'origine iranienne étudiées par Kermani et Brenner (2000) se montraient quant à elles plus directives et plus verbales dans leur

étayage que les mères américaines au cours d'une activité ludique et d'une activité à caractère scolaire. Ces variations au niveau de l'étayage procuré par les mères des deux cultures n'étaient toutefois pas à l'origine de différences inter-groupes au niveau de la performance autonome de l'enfant aux deux tâches, signifiant selon ces auteurs qu'au fil de leurs échanges, la mère et l'enfant co-construisent un patron d'interactions efficace, leur permettant de rencontrer les exigences d'une tâche collaborative pour la réussir avec succès.

Les critiques de la perspective socioculturelle du développement cognitif et du concept d'étayage maternel. Les recherches issues de la perspective socioculturelle du développement cognitif ne sont pas sans failles. Une limite invoquée à leur endroit concerne la négligence des différences individuelles qui peuvent atténuer ou améliorer la qualité des interactions parent-enfant comme contexte d'apprentissage³. Ainsi, à trop vouloir se centrer sur l'étude des processus socioculturels qui guident le développement cognitif, Vygotsky et la majorité des chercheurs de l'approche socioculturelle (Kermani & Brenner, 2000; Rogoff, 1990) auraient négligé les différences interindividuelles existant à l'intérieur des cultures étudiées (voir Moss, 1992). S'inspirant du modèle vygotskien du développement cognitif, les recherches qui ont examiné l'apprentissage de la numération en contexte de collaboration mère-enfant ne font pas exception à cette critique : très peu d'études ont tenté de cerner le rôle des facteurs individuels, relationnels et environnementaux dans les interactions de numération mère-enfant. Quelques chercheurs (Fidalgo & Pereira, 2005; Moss, 1992; Parent & Moss, 1994; Parent et al., 2000; Pellegrini, Galda, Shockley & Stahl, 1995;

³ Un autre reproche effectué à l'endroit du modèle socioculturel du développement cognitif provient du courant de la génétique du comportement. Selon celui-ci, l'influence des caractéristiques héréditaires, qui sont partagées à la fois par le parent et par l'enfant, aurait été largement ignorée par les chercheurs s'étant intéressés aux mécanismes sociaux du développement cognitif. Cette critique ne sera pas discutée ici, mais le lecteur intéressé peut consulter les travaux pionniers de Scarr (Ricciuti & Scarr, 1990; Scarr & McCartney, 1983; Scarr & Ricciuti, 1991) et les travaux plus récents de Deater-Deckard et O'Connor (2000) et ceux de Maccoby (2000; Collins, Maccoby, Steinber, Hetherington & Bornstein, 2000).

Saxe et al., 1987; Zevalink & Riksen-Walraven, 2001) ont pris en compte différentes caractéristiques des partenaires, de leur relation et de leur environnement. Les principaux facteurs explorés (par exemple : le statut socio-économique (SSE) – Saxe et al., 1987) sont extérieurs à la dynamique relationnelle mère-enfant ou à l'enfant lui-même. La contribution de la qualité affective des situations de numération mère-enfant au développement des compétences liées aux nombres de l'enfant demeure particulièrement méconnue. Selon Ginsburg et Asmussen (1988), cette ignorance du rôle de l'affectivité rend l'étude de la transmission sociale des compétences en numération lacunaire, froide et inapte à expliquer l'ensemble des phénomènes observés au sein des situations de numération mère-enfant.

La contribution de la dimension affective de la relation à la collaboration mère-enfant en contexte de numération : le climat affectif des interactions mère-enfant

Selon Hartup (1987), les chercheurs qui se sont intéressés aux mécanismes sociaux du développement cognitif ont réussi à bien circonscrire le rôle du parent en tant que tuteur, mais en se concentrant exclusivement sur ce rôle d'agent cognitif, ils ont accordé peu d'attention à la dimension affective de la relation parent-enfant. Hartup rappelle que le parent est également une source de sécurité émotionnelle, d'affection, de motivation et de protection pour l'enfant. Ces facteurs liés au domaine de l'affectivité sont aussi susceptibles d'influencer le développement cognitif de l'enfant, en affectant la qualité de la collaboration entre le parent et l'enfant lors des activités conjointes visant l'apprentissage (O'Connor & McCartney, 2007). Plaidant pour l'intégration de la dimension affective dans l'étude des mécanismes sociaux du développement, Moss (1992) ajoute que la qualité affective des interactions entre le parent et l'enfant influence particulièrement la motivation de l'enfant à s'investir dans une activité effectuée en collaboration avec le parent. La prise en compte de la dimension affective des interactions parent-enfant serait ainsi nécessaire afin de mieux comprendre les différences interindividuelles observées au niveau de la qualité de la

collaboration parent-enfant, ainsi que ce qui incite l'enfant à mettre en pratique, de façon autonome, les connaissances introduites par le parent.

Climat affectif des interactions mère-enfant. Au cours des dernières années, un certain nombre d'auteurs ont ainsi adopté la perspective selon laquelle le développement des habiletés cognitives et métacognitives émerge des échanges collaboratifs avec un tuteur capable de structurer la tâche et de réguler les comportements dyadiques (Moss, 1992; Parent & Moss, 1995; O'Connor & McCartney, 2007; Parent et al., 2000). Ces auteurs abondent par ailleurs dans la direction de Hartup (1987), selon laquelle les échanges collaboratifs qui favorisent l'émergence des habiletés cognitives et métacognitives sont surtout le lot des relations à long terme et sont d'autant plus efficaces à l'intérieur des relations qui soutiennent l'affectivité. L'importance de l'affectivité au sein des interactions cognitives mère-enfant est donc de plus en plus reconnue (Aunola & Nurmi, 2004; Aunola, Nurmi, Lerkkanen & Rasku-Puttonen, 2003; Cyr & Moss, 2001; de Ruiter et van Ijzendoorn, 1993; Dubois-Comtois & Moss, 2004; Estrada, Arsenio, Hess & Holloway, 1987; Moss & St-Laurent, 2001; O'Connor & McCartney, 2007; Parent & Moss, 1995; Parent et al., 2000; Pellegrini & Galda, 2001; Pellegrini, Meluish, Jones, Trojanowska & Gilden, 2002; Sonnenschein & Munsterman, 2002).

En effet, au niveau empirique, Díaz et al., (1991) ont montré que les évaluations affectives positives procurées par la mère lors d'une activité cognitive conjointe constituent le seul comportement maternel associé à la performance autonome ultérieure de l'enfant. Ces auteurs suggèrent que ces évaluations affectives étayent le sentiment de compétence de l'enfant, qui se sent plus confiant pour accomplir les responsabilités qui lui sont léguées, d'abord sous la supervision maternelle, puis de façon autonome. Les résultats de Stright et ses collègues (2001) vont dans la même direction: les enfants qui reçoivent un soutien affectif de leur

parent lors d'une tâche de résolution de problème, exploitent davantage leurs compétences métacognitives en contexte scolaire (évaluent leur rendement, planifient une tâche avant de l'exécuter, montrent plus de persévérance à la tâche). Qui plus est, les enfants qui reçoivent un étayage métacognitif de leur parent, mais qui ne reçoivent pas en parallèle un soutien affectif, font moins appel à leurs compétences métacognitives en contexte scolaire (Stright et al., 2001).

Par ailleurs, les résultats de Meins et al., (1998) soulignent la valeur motivationnelle de l'établissement d'un climat parent-enfant harmonieux lors de la résolution d'une tâche cognitive conjointe. Ainsi en gratifiant leur enfant de plusieurs commentaires positifs sur sa performance, les mères des enfants étudiés par Meins et al., (1998) contribuaient à assurer le maintien de sa motivation à accomplir la tâche. À l'opposé, au sein des dyades où la mère fournissait peu de commentaires positifs à l'égard de la performance de l'enfant, où elle procurait un étayage plus contrôlant ou au contraire, désengagé, la motivation de l'enfant diminuait : plusieurs de ces dyades ne complétaient même pas la courte tâche cognitive conjointe qui leur était présentée. Meins suggère que ce style de collaboration serait susceptible de faire diminuer la motivation ultérieure de l'enfant à participer à des activités cognitives en collaboration avec sa mère.

D'autre part, certaines recherches observent un lien direct entre le climat affectif et le rendement en mathématiques de l'enfant à l'âge préscolaire et scolaire (Dobbs, Doctoroff, Paige, Fisher & Arnold, 2006 ; Morrison, Rimm-Kauffman & Pianta, 2003; Parent, Fortin, Fallu & Séguin, 2007; Pianta & Harbers, 1996 ; Stipek et al., 1998). Bien que les résultats de Stipek et ses collègues (1998) aient été observés dans le contexte de la prématernelle, ceux-ci sont étonnants. Ces auteurs ont en effet comparé des classes de prématernelle mettant l'accent sur un climat social positif comparativement à des classes mettant l'accent sur l'acquisition des habiletés

préparatoires à l'école. À la fin de l'année scolaire, les enfants admis dans les classes accentuant l'importance d'établir un climat social positif ont surclassé leurs pairs admis dans les classes accentuant l'acquisition des habiletés préparatoires à l'école, à différentes mesures des habiletés en littératie et en mathématiques. Pianta et ses collègues (Morrison et al., 2003 ; Pianta & Harbers, 1996) ont pour leur part examiné la contribution de la qualité des interactions cognitives mère-enfant lors de l'entrée à la maternelle aux compétences scolaires (littératie et mathématiques) de façon longitudinale. Pianta et Harbers (1996) ont calculé un score factoriel de « compétence mère-enfant » sur la base d'un ensemble d'échelles évaluant la qualité des interactions mère-enfant. L'examen de ce score révèle qu'il réfère principalement à la dimension affective de la collaboration mère-enfant car plus le score est élevé, plus la mère est chaleureuse, sensible aux sentiments de l'enfant et encourage et soutient l'enfant lorsqu'il se décourage ou se fâche. En parallèle, plus le score est élevé et plus l'enfant manifeste une bonne estime de soi, est affectueux, confiant, persévérant à la tâche et exprime peu d'affects négatifs. À lui seul, ce score factoriel de « compétence mère-enfant » explique près de 10% de la variance à la mesure des compétences scolaires administrée de la 2^e à la 4^e année du primaire, et ce, une fois le niveau d'éducation maternelle et les compétences cognitives et motrices de l'enfant statistiquement contrôlés. À plus long terme, ce score factoriel de compétence mère-enfant contribue de façon unique et significative au rendement en mathématiques et en anglais, de même qu'à la collaboration avec les pairs, lors des deux premières années du secondaire, une fois l'influence du QI de l'enfant et du niveau d'éducation maternelle contrôlés (Morrison et al., 2003).

Limites et questions laissées en suspens. Bien qu'elles appuient l'importance de l'affectivité au sein des situations d'apprentissage mère-enfant, ces recherches n'ont pas vérifié si le climat affectif de l'interaction encourage l'établissement d'un patron collaboratif qui facilite l'apprentissage. Une question plus précise demeure sans

réponse, à savoir si le climat affectif des interactions de numération mère-enfant, c'est-à-dire le degré d'harmonie, de plaisir et de coopération qui les caractérisent, contribue à instaurer une collaboration qui facilite l'exercice des compétences liées aux nombres.

Par ailleurs, d'autres variables sont susceptibles d'influencer la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En particulier, deux caractéristiques de l'enfant ont déjà été associées au développement de la numération. Il s'agit des compétences verbales de l'enfant et de la diversité des activités de numération conjointes qu'il effectue à la maison (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Christian, Morrison & Bryant, 1998; Huntsinger, Shaligram, Jose, Larson & Krieg, 2000; Jordan, 2000; Parent, Montésinos-Gelet, Séguin, Zelazo & Tremblay, 2006; Starkey & Klein, 2000; Starkey et al., 2004). Un examen rigoureux de la contribution du climat affectif aux situations de numération mère-enfant devrait par conséquent préciser la contribution du climat affectif lorsque les compétences verbales de l'enfant et la diversité de ses expériences de numération conjointes sont prises en compte. Un tel examen permettrait par ailleurs de préciser la contribution de ces deux variables à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En effet, à l'exception des travaux de Parent et al. (Parent et al., 2005; 2006) et de Pianta et al. (Morrison et al., 2003; Pianta & Harbers, 1996) la contribution de ces deux caractéristiques de l'enfant à la collaboration dyadique en contexte de numération a été ignorée.

La contribution des compétences verbales de l'enfant et de la diversité de ses expériences de numération conjointes au développement de la numération

Les compétences verbales de l'enfant et le développement de la numération.

Piagétien et vygotskiens postulent depuis longtemps que l'enfant est un participant actif à son développement cognitif (Larivée, Normandeau & Parent, 2000; Rogoff,

1990): il initie régulièrement des activités conjointes qui encouragent son développement cognitif (Rogoff, 1990; 2003), dont plusieurs font appel aux nombres (Seo & Ginsburg, 2004). Dans ce contexte, la collaboration mère-enfant dépend non seulement de l'aptitude de la mère à reconnaître et à répondre aux besoins de l'enfant, mais aussi des capacités de l'enfant à saisir les comportements attendus, les directives reliées à la tâche et à y répondre (Cole, 1999; Stright et al., 2001). Chez l'enfant, un niveau élevé de compétences verbales permettrait d'établir une communication fluide facilitant la coordination des intérêts et des perspectives des partenaires de façon à créer un climat propice à l'acquisition de nouvelles habiletés cognitives (Parent & Moss, 1995).

Le niveau de compétences verbales de l'enfant influencerait sa participation à l'activité cognitive conjointe, mais influencerait aussi le niveau de soutien et d'encadrement procuré par la mère. Les résultats de Parent et Moss (1994) indiquent que l'étayage maternel à une tâche de planification simple (jeu d'épicerie miniature) varie selon que les compétences verbales de l'enfant sont faibles, moyennes ou élevées. Les mères d'enfants possédant des compétences verbales moyennes ont une conception très pragmatique du jeu d'épicerie : le succès de la collaboration est défini essentiellement par la capacité de leur enfant à exécuter les manipulations nécessaires à la réussite de la tâche. Leur encadrement est donc orienté vers l'acquisition et l'application de stratégies spécifiques à la tâche. L'étayage adopté par les mères d'enfants dont les compétences verbales sont élevées intègre pour sa part la participation de l'enfant aux opérations de planification, de supervision et d'évaluation à une collaboration réussie. L'étayage de ces mères est davantage orienté vers l'acquisition et l'application des habiletés métacognitives. Selon Parent et Moss (1994), l'enseignement des habiletés métacognitives est facilité pour les mères de ces enfants par la possibilité qu'elles ont d'exploiter davantage le médium verbal pour communiquer avec leur enfant au sujet de la régulation des activités dyadiques. À

l'opposé, les enfants possédant des compétences verbales faibles semblent éprouver davantage de difficulté à comprendre les explications de l'expérimentatrice, comme en font foi les nombreuses redéfinitions des directives par la mère afin qu'elles soient accessibles à l'enfant. La tâche est par ailleurs découpée en plusieurs courtes séquences d'actions simples et spécifiques. L'implication de ces mères est par conséquent plus grande, plus spécifique et leur encadrement plus directif, comparativement aux mères des enfants possédant des habiletés verbales moyennes ou élevées. Il est par conséquent possible que les mères des enfants qui possèdent des habiletés verbales faibles ajustent leur étayage au niveau de compétence verbale de leur enfant. Un étayage centré sur les habiletés métacognitives pourrait se situer au-delà de la ZDP de ces enfants, risquant ainsi de les décourager, de réduire leur participation à la tâche et, par conséquent, leurs opportunités d'apprendre.

Les résultats de Fidalgo et Pereira (2005) corroborent ceux de Parent et Moss (1994) en montrant que les mères ajustent leur étayage au niveau de compréhension verbale de leur enfant de 3 à 5 ans à différentes tâches : un casse-tête, une tâche de sériation et dresser la table pour un repas. Les mères des enfants possédant un niveau de compréhension verbale élevé abrègent davantage leurs directives et maintiennent l'attention de l'enfant à la tâche en procurant très peu d'information. Selon ces auteurs, des directives abrégées et le maintien de l'attention à la tâche moyennant peu d'information sollicitent les capacités déductives de l'enfant et encouragent son autonomie. Quant aux mères des enfants possédant un niveau de compréhension verbale peu élevé, elles tendent à procurer des directives plus explicites et maintiennent l'attention de l'enfant à la tâche en fournissant une grande quantité d'informations spécifiques. Selon les auteurs, ce style d'encadrement encourage moins l'autonomie et favorise davantage la dépendance à l'adulte et aux directives (Fidalgo & Pereira, 2005). Enfin, les résultats de Fidalgo et Pereira (2005) révèlent que le statut

socio-économique (SSE) de la famille n'influence pas l'ajustement de l'encadrement maternel aux compétences verbales de l'enfant.

D'autre part, les compétences verbales de l'enfant ont été régulièrement associées au rendement en mathématiques au primaire et au secondaire (Aunola et al., 2004; Christian et al., 1998; Jordan, 2000; Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003). La compréhension verbale en particulier a été fréquemment associée aux succès en mathématiques; une association dont l'origine remonterait à la période préscolaire (Jordan, 2000; Jordan et al., 2003; Jordan, & Rutgers, 1995; Pappas, Ginsburg & Jiang, 2003). De fait, les travaux de Jordan (2000; Jordan et al., 2003; Jordan & Rutgers, 1995) indiquent que les enfants de maternelle et de première année qui présentent une meilleure compréhension verbale surpassent les enfants pour qui la compréhension verbale est difficile, dans les problèmes mathématiques présentés oralement. Or, la performance des deux groupes d'enfants aux mêmes tâches présentées de façon non-verbale est équivalente. Les enfants pour qui la compréhension verbale est problématique sembleraient donc éprouver de la difficulté à utiliser adéquatement leurs connaissances numériques lorsque la tâche de numération est présentée verbalement.

À l'instar de ces études, on peut se demander si une compréhension verbale limitée pourrait nécessiter un encadrement maternel plus directif en contexte de numération et occasionner une participation réduite de l'enfant aux opérations plus complexes de la tâche, qui seraient réservées aux enfants comprenant aisément les consignes verbales (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994; 1995). Dans ce contexte, une bonne compréhension verbale permettrait à l'enfant de retirer le maximum de sa collaboration avec sa mère, optimisant ainsi les opportunités d'apprentissages liés aux nombres. Les résultats de Parent et Moss (1995) incitent cependant à nuancer cette hypothèse. En effet, ces auteures ont constaté que la participation de l'enfant qui

présente une compréhension verbale élevée aux aspects métacognitifs de la tâche s'observe uniquement chez les dyades caractérisées par un attachement sécurisant. Il semble donc qu'en contexte de collaboration mère-enfant, les caractéristiques cognitives et affectives des partenaires interagissent de façon complexe. La présence d'une telle interaction pour la collaboration mère-enfant dans les tâches de numération demeure cependant à confirmer.

La diversité des activités de numération conjointes de l'enfant et le développement des connaissances liées aux nombres. Bon nombre d'études révèlent que les activités parent-enfant visant l'acquisition d'habiletés reliées au monde scolaire influencent la maîtrise par l'enfant de ces habiletés (Anderson, 1995; Bus et al., 1995; Murray & Yingling, 2000; Parent et al., 2006; Pellegrini et al., 1995; Young-Loveridge, 1989). En ce qui concerne l'apprentissage de la numération, plusieurs travaux ont montré que les enfants d'âge préscolaire qui s'engagent dans plus d'activités de numération (dont plusieurs sont effectuées avec les parents), présentent des connaissances liées aux nombres plus avancées que leurs pairs qui s'adonnent moins à ce genre d'activités (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Huntsinger et al., 2000; Saxe et al., 1987; Starkey & Klein, 2000; Starkey et al., 2004; Young-Loveridge, 1989).

Les résultats de Young-Loveridge (1989) révèlent que les connaissances en numération des enfants de cinq ans sont fonction de leur exposition à une variété d'activités liées aux nombres en compagnie de leurs parents. De fait, la variété des expériences avec les nombres à laquelle était exposé l'enfant s'est avérée un meilleur prédicteur de la compréhension du nombre que le statut socio-économique (SSE) de la famille. Les résultats de cette chercheuse s'appuient toutefois sur un très petit échantillon, ce qui limite leur généralisation. L'étude de Saxe et al. (1987), sur la base d'un plus grand échantillon, appuie toutefois les résultats de Young-Loveridge. Ces

auteurs n'ont trouvé que peu d'effets attribuables au SSE (à l'exception des tâches de numération complexes) sur les compétences numériques des enfants et sur la collaboration mère-enfant en contexte de numération.

Pour leur part, Pellegrini et ses collègues (Pellegrini & Galda, 2001; Pellegrini et al., 1995, 2002) adoptent une perspective évolutionniste afin d'expliquer en quoi la diversité des expériences sociales contribue au développement cognitif de l'enfant. Ces auteurs proposent que l'exposition à une diversité de partenaires d'activités favorise la décentration cognitive, c'est-à-dire la capacité d'adopter la perspective d'autrui, de partager la sienne, et de co-construire une compréhension mutuelle à partir de sources de références différentes. Les expériences répétées avec une variété de partenaires sociaux procureraient des opportunités de réfléchir à la communication et aux processus sociaux et cognitifs qui constituent les interactions sociales (Pellegrini et al., 2002). De façon similaire, les tenants de l'approche socioculturelle du développement cognitif postulent que lorsqu'il effectue une activité cognitive en collaboration, l'enfant acquiert non seulement des compétences spécifiques liées à la tâche, mais aussi des stratégies métacognitives de résolution de problème et de régulation cognitive, un sentiment de compétence relié à la tâche et à l'apprentissage en général et de l'information sur le rôle des partenaires et leurs responsabilités dans l'activité (Cole, 1999; Neitzel & Stright, 2003; Rogoff et al., 1993;). Les activités cognitives effectuées conjointement par le parent et l'enfant fourniraient ainsi des outils cognitifs qui favorisent l'orientation à l'apprentissage et la collaboration cognitive, permettant à l'enfant de retirer le maximum des situations d'apprentissage conjointes (Neitzel et Stright, 2003; Stright et al., 2001). Les travaux empiriques de Pellegrini (Pellegrini, 2001; Pellegrini et al., 1995; 2002) appuient cette position. Ces travaux montrent que les activités de lecture et d'écriture conjointes effectuées à la maison sont associées à la qualité de la collaboration entre l'enfant, son enseignante et ses pairs, en contexte de lecture et d'écriture à l'école. Les enfants qui effectuent une grande variété d'activités littéraires avec les différents membres de leur famille

présentent des caractéristiques qui contribuent à promouvoir une collaboration optimale : ils se « décentrent » plus facilement de leur perspective pour être à l'écoute de celle du partenaire et s'impliquent dans une plus grande diversité d'activités littéraires avec des partenaires variés, comparativement à leurs pairs qui effectuent moins d'activités littéraires conjointes à la maison. Pellegrini et ses collègues ont toutefois limité leurs observations au contexte des habiletés émergentes en littératie et aucune étude de ce genre n'a été effectuée en lien avec les compétences numériques précoces.

En bref, les quelques travaux actuels suggèrent que les enfants qui participent à des activités de numération diversifiées ont plus d'occasions d'acquérir et de pratiquer leurs connaissances liées aux nombres (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Huntsinger et al., 2000). Dans une perspective socioculturelle, on peut s'interroger à savoir si cette diversité d'expériences leur permet en outre de développer des compétences qui maximiseront leur participation à d'éventuelles activités conjointes de numération et l'utilisation de l'encadrement qui leur est procuré dans ce contexte. De même, on peut se demander si la diversité des expériences conjointes en numération vécue par l'enfant est associée au type d'encadrement fourni par sa mère : est-ce que les mères d'enfants qui effectuent plusieurs activités de numération conjointes différentes les impliquent davantage dans les opérations plus complexes de l'activité? Leur lèguent-elles davantage la gestion de l'activité? À notre connaissance, aucune recherche n'a tenté de répondre à ces questions. Toutefois, leur éclaircissement permettrait d'une part de préciser de quelle façon la diversité des activités conjointes de numération de l'enfant participe à l'établissement d'un patron collaboratif qui facilite l'apprentissage des connaissances liées aux nombres par l'enfant. D'autre part, cet éclaircissement permettrait de préciser comment la contribution de cette variable aux situations de numération mère-enfant se distingue de celle du climat affectif des interactions mère-enfant.

Description de la thèse

La présente thèse a pour but de faire avancer les connaissances sur la collaboration mère-enfant en contexte de numération pendant la période préscolaire. Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une recherche longitudinale lancée en 1997, « L'étude longitudinale du développement des enfants du Québec » (ÉLDEQ – Santé Québec, 1997). Les résultats qui seront présentés concernent les périodes d'évaluation effectuées à 42 et à 48 mois.

Tel que mentionné dans l'avant-propos, deux articles composent cette thèse de doctorat. Le premier article a pour objectif de préciser les compétences en numération de l'enfant telles qu'elles s'observent dans un contexte de collaboration mère-enfant. Le cadre d'évaluation dynamique que procure la collaboration mère-enfant constitue l'un des aspects innovateurs de cette thèse, permettant de faire avancer les connaissances concernant le développement de la numération pendant la période préscolaire. On connaît peu les compétences en numération des enfants d'âge préscolaire telles qu'elles s'expriment dans des contextes sociaux et cet article vise à les préciser. Le contexte de la collaboration mère-enfant permet de donner un aperçu des compétences en numération qui constitueront les développements futurs de l'enfant. Un sous-objectif de ce premier article concerne l'examen du soutien maternel prodigué à l'enfant dans ce contexte. En effet, les stratégies mises en œuvre par la mère afin d'encourager l'émergence des compétences en numération de l'enfant, particulièrement en ce qui concerne la reconnaissance des nombres écrits, a fait l'objet d'un nombre très limité de recherches. Une meilleure connaissance de la collaboration mère-enfant en contexte de numération, permettrait d'une part de cibler les caractéristiques de l'étayage maternel qui favorisent l'apprentissage des connaissances liées aux nombres par l'enfant. D'autre part, elle permettrait de mieux comprendre le

rôle de l'enfant au sein de l'interaction de numération mère-enfant et, par conséquent, dans le développement de ses compétences numériques. Enfin, les variations ou les similitudes contextuelles pourront être mises en lumière, grâce à l'observation de la collaboration mère-enfant dans deux tâches de numération qui sollicitent des compétences à la fois similaires et distinctes.

Le deuxième article a pour but de préciser la contribution de l'affectivité à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. Plus précisément, cet article a pour objectif de clarifier comment le climat affectif des interactions mère-enfant en contexte de numération contribue à l'établissement d'un patron collaboratif qui favorise l'apprentissage de la numération chez l'enfant. Un objectif secondaire consiste à examiner deux caractéristiques de l'enfant dont l'importance pour le développement de la numération a déjà été démontrée (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Christian et al., 1998; Huntsinger et al., 2000; Jordan, 2000; Parent et al., 2006; Starkey & Klein, 2000; Starkey et al., 2004) : les compétences verbales de l'enfant et la diversité des activités de numération conjointes qu'il effectue à la maison. Cet examen permettra de mieux cerner la contribution unique du climat affectif aux situations de numération mère-enfant tout en précisant la contribution de ces deux variables.

ARTICLES

PREMIER ARTICLE

Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans deux
tâches de numération

Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans
deux tâches de numération

Lisbeth Caron¹², Sophie Parent¹, Sylvie Normandeau¹, Richard E. Tremblay²³⁴⁵
et Jean R. Séguin³⁵
Université de Montréal

Affiliations : ¹ École de psychoéducation, ² Département de psychologie, ³
Département de psychiatrie
⁴ Département de pédiatrie, ⁵ Centre de Recherche de l'Hôpital Ste-Justine,
Montréal, Québec

Article accepté pour publication à la revue *l'Année Psychologique*

Résumé

Afin d'étudier les connaissances relatives au développement de la numération à l'âge préscolaire, cette recherche examine les manifestations de ces compétences dans un contexte de collaboration mère-enfant. La collaboration entre les mères et leur enfant de quatre ans ($n=193$) est observée et analysée dans le contexte de deux tâches de numération. Les résultats complètent les études antérieures sur les compétences maîtrisées par les enfants d'âge préscolaire en performance individuelle en identifiant les compétences en cours d'acquisition exercées avec le soutien de la mère. Les résultats montrent ainsi que les mères ajustent les exigences de la tâche aux compétences de leur enfant afin d'étayer l'exercice de leurs compétences : elles modèlent les compétences numériques nouvelles et elles soutiennent l'exercice par l'enfant des compétences maîtrisées ou en voie de l'être. Les résultats indiquent également qu'au-delà de l'encadrement de la participation et du transfert progressif des responsabilités cognitives à l'enfant, l'étayage maternel en contexte de numération favorise aussi le soutien de la motivation de l'enfant et le maintien d'un climat affectif harmonieux.

Mots clés : numération, interactions mère-enfant, développement cognitif, zone du développement proximal, préscolaire

Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans deux tâches de numération

Depuis que Vygotsky (1934/1978; 1935/1985) a proposé que les compétences cognitives découlent du contexte social dans lequel elles font leur apparition, plusieurs études ont tenté de préciser le rôle des interactions sociales dans le développement cognitif de l'enfant (Rogoff, 1990). D'une manière générale, ces travaux appuient la contribution des interactions avec le parent dans le développement des compétences cognitives de l'enfant, qu'elles soient reliées au monde scolaire de façon indirecte, comme le développement de la planification et des stratégies de résolution de problèmes (Diaz, Neal & Vacchio, 1991; Parent, Gosselin & Moss, 2000; Parent & Moss, 1994, 1995; Szechter & Liben, 2004) ou de façon plus directe comme le développement des compétences littéraires (Burgess, Hecht & Lonigan, 2002; Bus, van IJzendoorn & Pellegrini, 1995; Sénéchal, LeFevre, Hudson & Lawson, 1996; Sénéchal, LeFevre, Thomas & Daley, 1998). Peu d'études ont toutefois été consacrées aux interactions entre la mère et son enfant d'âge préscolaire dans des contextes de numération, laquelle constitue pourtant un thème central du curriculum scolaire et un aspect indissociable du fonctionnement social, de l'enfance à l'âge adulte (Linnell & Fluck, 2001; Saxe, Guberman & Gearhart, 1987).

Le nombre est en effet un objet culturel; c'est le produit d'une évolution socio-historique (Bideaud, 1999; Saxe & Posner, 1982). L'enfant grandit dans un monde « chiffré » où il côtoie quotidiennement les symboles numériques qu'il apprend éventuellement à utiliser dans le contexte de ses interactions familiales, sociales et scolaires (Bideaud, 1999). Or, bien que les activités de numération parent-enfant constituent l'un des principaux contextes préscolaires permettant l'apprentissage de la numération (Tudge & Doucet, 2004), les caractéristiques de la collaboration parent-enfant lors de ces activités demeurent méconnues. En effet, comme les compétences

préscolaires en numération ont surtout été examinées de façon individuelle (Baroody & Dowker, 2003), on connaît peu leur manifestation en contexte de collaboration (Fluck, 1995; Saxe et al., 1987), ce qui soulève plusieurs interrogations. Est-ce que les compétences en numération observées au sein d'activités collaboratives avec le parent sont similaires à celles observées en contexte individuel? Est-ce que le contexte de collaboration procure des informations additionnelles quant aux compétences numériques émergentes de l'enfant? Quelles sont les compétences numériques qui, à cet âge, sont les plus susceptibles de bénéficier de l'étayage offert par le parent? Enfin, quels sont les processus motivationnels en jeu dans un tel contexte relationnel de résolution de problème? La présente étude tente d'apporter des éléments de réponse à ces questions, en définissant la numération en tant que l'utilisation du nombre afin de résoudre différents problèmes issus du quotidien (Gal, 2000; Johnston, 1994; O'Donoghue, 2002). Dans ce contexte, cette étude a pour but d'observer comment les enfants d'âge préscolaire sont capables d'utiliser leurs compétences en numération afin de résoudre deux tâches avec l'aide de leur mère. Un autre objectif concerne la clarification des stratégies d'encadrement utilisées par la mère afin d'étayer les compétences en numération de son enfant.

Apprentissage de la numération et interactions mère-enfant

Très tôt, le concept du nombre fait partie de la réalité quotidienne de l'enfant qui apprend à en connaître les différentes fonctions et à s'en servir dans divers contextes (Fuson, 1988). Dans la majorité des cultures et des groupes sociaux, la maîtrise du système de nombre devient rapidement essentielle à l'insertion sociale et à la réalisation de nombreuses activités: le partage des biens, la gestion du temps, les activités culinaires ou monétaires. Comme le langage, le nombre devient un « outil psychologique » transformant le lien entre la pensée de l'enfant et ses activités sociales (Parent & Caron, 2007; Vygotsky, 1930/1985).

La numération est une habileté cognitive complexe, comprenant différentes dimensions, qui se coordonnent avec la scolarisation (Baroody, 1987; LeFevre, 2000). Cependant, même avant l'entrée à l'école, le jeune enfant possède déjà diverses connaissances au sujet des nombres (Baroody, 1987; Fuson, 1988; Gelman & Gallistel, 1978; Resnick, 1989; Siegler, 1991). Ainsi, quelques mois seulement après la naissance, les bébés seraient capables de différencier des petits ensembles de un à trois objets et de détecter les transformations numériques (Starkey, 1992; Wynn, 1992). Cette sensibilité au nombre et aux transformations seraient fondées sur un raisonnement qualitatif de nature perceptive, ce qui explique leur présence avant même que l'enfant ne sache compter et comprenne le sens des mots-nombres (un, deux, trois...) (Resnick, 1989). De la naissance à environ deux ans, les possibilités numériques seraient par conséquent limitées et ne dépasseraient les premiers nombres (Bideaud, 1997). L'acquisition du langage et l'initiation au système numérique parlé feraient rapidement évoluer cette situation, permettant à l'enfant d'intégrer les mots-nombres à son raisonnement perceptif (Bideaud, 1997; Fuson, 1988). Ce processus menant à la compréhension du nombre serait sous-tendu par la capacité d'énumération de la séquence des mots-nombres, généralement acquise entre 2 et 4 ans (Fuson & Hall, 1992). Au début cependant, les mots-nombres ne seraient pas individualisés et leur séquence constituerait une totalité unique (« undeuxtroisquatre... »). Semblable au récit d'une comptine pouvant être récitée sans fautes jusqu'à 10 vers quatre ans (Baroody, 1987), cette énumération serait dépourvue de signification arithmétique (Bideaud, 1997). Les mots-nombres seraient progressivement différenciés (« un-deux-trois... »), puis associés aux objets. De cette association découlerait le comptage vers 2 ou 3 ans, de petites numérosités (de 1 à 3) (Case, 1992; Case, Griffin et Kelly, 2001; Starkey, 1992), puis au-delà de quatre vers quatre ans. Enfin, entre 4 et 5 ans, après avoir mémorisé la séquence des nombres et maîtrisé le comptage de collections plus importantes, l'enfant pourrait acquérir la cardinalité des nombres plus grands (savoir que le dernier nombre compté correspond au total des objets d'une collection). L'acquisition de la cardinalité permettrait alors à l'enfant d'accéder au comptage en

tant que stratégie de résolution à un problème mathématique (Gelman & Gallistel, 1978; Siegler, 1991).

Parallèlement, les enfants d'âge préscolaire apprennent à reconnaître, puis à produire les nombres écrits. Dès l'âge de trois ans, la majorité des enfants commencent à traiter les informations numériques rencontrées dans leur environnement (Sinclair & Sinclair, 1984). La compréhension des nombres écrits découle d'un processus long et complexe, qui s'explique en partie par les multiples usages des nombres écrits : dans certains contextes le nombre écrit reflète une propriété ordinale, dans d'autres il peut représenter une cardinalité, une unité de mesure ou constituer un code social facilitant la communication (numéro de téléphone, adresse). En outre, le développement de la compréhension du nombre écrit a été peu étudié, hormis les travaux de Sinclair et ses collaborateurs (Sinclair, 1988; Sinclair, Siegriest & Sinclair, 1982; Sinclair & Sinclair, 1984). Ces auteurs montrent que dès quatre ans, la majorité des enfants identifient correctement les nombres écrits de 1 à 9 présentés dans différents contextes (un gâteau d'anniversaire avec une bougie ayant la forme d'un « 5 »). À cet âge, l'identification est surtout descriptive (par exemple : « c'est un cinq ») et lorsque les enfants tentent d'expliquer la fonction du nombre écrit, celle-ci demeure vague et globale (une plaque d'immatriculation : « c'est pour les policiers »). Une évolution rapide dans la capacité d'identifier la fonction spécifique du nombre écrit s'observe entre 4 et 5 ans, et encore plus entre 5 et 6 ans, âge auquel la compréhension du nombre écrit commencerait à être pleinement intégrée (Bialystok, 1992).

Plusieurs auteurs suggèrent que les échanges avec le parent jouent un rôle important dans l'acquisition de ces connaissances en numération qui serviront d'assises aux mathématiques scolaires (Baroody, 1987; Pratt, Green, MacVicar & Bountrogianni, 1992; Resnick, 1983, 1989; Vygotsky, 1930/1985). On sait par

exemple que les différences individuelles au niveau de l'étayage maternel ciblant la cardinalité sont associées au rendement ultérieur de l'enfant en cardinalité (Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001). De plus, en contexte de numération conjoint, les mères ajustent leur étayage en fonction du niveau de compétence en numération de l'enfant, de sa performance tout au long de la tâche et du niveau de complexité de la tâche (Saxe et al., 1987). Les parents soutiennent également le développement de la numération de l'enfant en dehors du contexte du laboratoire. Les jeux de société constitueraient notamment, pour les parents, une activité propice à la transmission des apprentissages liés au comptage et à la cardinalité : les parents encouragent naturellement la pratique des compétences en numération émergentes chez leur enfant en modelant les compétences trop avancées pour être effectuées de façon autonome par l'enfant et en permettant à ce dernier de pratiquer les compétences qu'il maîtrise déjà (Benigno & Ellis, 2004). La qualité des interactions mère-enfant lors d'une activité de numération conjointe contribuerait également à expliquer la performance autonome ultérieure de l'enfant en numération. La qualité de ces interactions médiatiserait même la relation entre les compétences verbales initiales de l'enfant et ses connaissances ultérieures liées aux nombres (Parent, Normandeau, St-Laurent, Caron & Séguin, 2005). Enfin, le rôle de l'affectivité au sein des situations de numération mère-enfant a été mis en lumière par Diaz et al. (1991), suggérant que la contribution des interactions de numération mère-enfant à l'apprentissage de la numération chez l'enfant ne serait pas exclusivement cognitive. En effet, les résultats obtenus par ces chercheurs ont montré que les évaluations affectives positives émises par la mère (« c'est beau! », « tu es bon! ») lors d'une activité cognitive conjointe constituent le seul comportement maternel associé à la performance autonome ultérieure de l'enfant. Selon Diaz et al. (1991), les évaluations affectives positives procurées par la mère auraient une importante fonction motivationnelle, puisqu'elles soutiennent le sentiment de compétence de l'enfant et encouragent son engagement dans la tâche. En retour, l'enfant prend davantage l'initiative d'accomplir les

responsabilités qui lui sont léguées, multipliant ainsi les occasions de pratiquer ses compétences émergentes en numération.

En contrepartie, les connaissances actuelles concernant les variations contextuelles des conduites de collaboration mère-enfant demeurent limitées. Quelques études ont observé que des facteurs liés à la tâche influencent la collaboration entre la mère et l'enfant. Par exemple, le type d'activité et son niveau de difficulté ont été associés à des variations de l'encadrement cognitif offert par la mère et du niveau de participation de l'enfant lors d'activités cognitives conjointes (Bjorklund, Hubertz & Reubens, 2004; Kermani & Brenner, 2000; McNaughton & Leyland, 1999; Rogoff, Ellis & Gardner, 1984; Saxe et al., 1987). Dans la présente étude, les caractéristiques de la collaboration entre la mère et son enfant d'âge préscolaire sont examinées dans le contexte de deux activités sollicitant la reconnaissance des nombres écrits : une tâche classique de réalisation d'un dessin à partir d'une série de points numérotés à relier (dessin à numéro) et une tâche d'association nombre-image appelée *Mystero* (Lyons & Lyons, 1999). L'utilisation de deux tâches permet d'augmenter la représentativité des résultats et nos connaissances sur les variations et les similitudes comportementales en fonction des contextes.

Afin d'identifier l'unité d'analyse appropriée à l'observation de la collaboration mère-enfant dans ces deux tâches de numération, la grille d'observation développée s'appuie sur un modèle de la tâche et un modèle de la collaboration mère-enfant, lesquels permettent de capturer les propriétés dynamiques de la situation d'apprentissage et de comparer les différentes tâches.

Modèle de la tâche. À l'instar de Saxe et al. (1987), le modèle de la tâche adopté dans cette étude se fonde sur un examen des exigences fonctionnelles, c'est-à-

dire des opérations que les dyades doivent effectuer afin de solutionner la tâche. Cinq ensembles d'opérations ont été définis, adaptés des travaux de Parent et al. (2000), de Saxe et al. (1987), et de St-Laurent (1999).

Un premier ensemble d'opérations concerne la gestion et l'organisation de l'activité *dans sa globalité*. Ces opérations peuvent être regroupées en deux sous-ensembles de niveaux de difficulté différents. Le premier sous-ensemble comprend les opérations liées à l'anticipation globale de l'activité. Ces opérations sollicitent les compétences régulatrices impliquées dans la planification *a priori* des actions et des comportements à effectuer pour réussir l'ensemble de la tâche. Cette planification s'appuie sur une représentation mentale de l'activité, construite à partir des consignes verbales et de la présentation du matériel de la tâche (par exemple : définir le but global de l'activité, sélectionner les stratégies et les actions à prendre pour réussir la tâche dans son ensemble). Le second sous-ensemble est l'évaluation globale de l'activité lorsqu'elle est terminée et constitue un regard appréciatif *a posteriori* des actions choisies pour effectuer l'activité. Cette évaluation s'appuie ainsi sur une représentation mentale construite à partir des activités dyadiques effectuées, donc de nature plus concrète pour l'enfant (par exemple : vérifier si le but de la tâche est bien atteint). En somme, la planification *a priori* des actions à effectuer pour réussir l'activité dans sa globalité fait intervenir des compétences cognitives et représentationnelles (par exemple : anticiper les conséquences d'une action) qui font tout juste leur entrée dans le répertoire des enfants d'âge préscolaire (Sigel, 2002; Zelazo, Carter, Resnick & Frye, 1997) et qui seraient en période d'acquisition pendant les deux premières années du primaire (St-Laurent, 1999). L'évaluation globale *a posteriori* renvoie quant à elle à des compétences cognitives et représentationnelles plus simples (par exemple : évaluer le résultat d'une action), qui commencent à être maîtrisées vers 4 ou 5 ans (Sigel et al., 1999; St-Laurent, 1999; Zelazo et al., 1997). À l'instar des observations de Diaz et al. (1991), les évaluations globales de l'activité formulées par la mère pourraient également remplir une fonction motivationnelle,

lorsqu'elles constituent une rétroaction positive sur la performance générale de l'enfant.

Un deuxième ensemble d'opérations concerne l'exécution des différentes sous-parties de l'activité. Ces opérations peuvent être regroupées en trois sous-ensembles d'un niveau de difficulté différent. (1) L'anticipation locale réfère à la planification des actions et des comportements à effectuer afin de réussir une sous-partie de l'activité (par exemple : définir le prochain sous-but à accomplir). Ces opérations sollicitent des compétences cognitives et représentationnelles relativement avancées puisqu'elles impliquent la planification *a priori* des actions et des comportements à effectuer pour réussir une *sous-partie* de la tâche. Le niveau de difficulté de ces opérations s'avère toutefois moins élevé que celui qui renvoie aux opérations d'anticipation globale car la représentation mentale de la prochaine étape à accomplir, à l'exception de la toute première, s'appuie à la fois sur les consignes verbales et l'expérience des sous-buts précédemment complétés. (2) La réalisation du plan concerne l'exécution d'une sous-partie de l'activité. Cette opération requiert des compétences cognitives moins avancées puisqu'il s'agit de la mise en œuvre d'actions concrètes pour réaliser le plan. Ces actions peuvent néanmoins référer à des notions de numération (par exemple : dénombrer les objets sur une illustration). (3) Enfin, l'évaluation locale renvoie à l'évaluation de l'exécution de la sous-partie et fait appel à des compétences cognitives et représentationnelles moins complexes que l'anticipation locale, puisque l'évaluation des actions effectuées pour réaliser la sous-partie se fait après l'action. Encore une fois, les évaluations locales peuvent jouer une fonction motivationnelle lorsqu'elles constituent des rétroactions affectives positives semblables à celles observées par Diaz et al. (1991). Ces cinq ensembles d'opérations renvoient à des compétences en numération d'un niveau de difficulté varié.

Modèle de la collaboration mère-enfant. Vygotsky (1934/1978) a proposé le concept de «zone du développement proximal» (ZDP) afin d'illustrer le processus selon lequel le développement découle de la participation de l'enfant dans une activité légèrement au-dessus de ses compétences, avec l'aide d'un expert (adulte ou pair plus expérimenté). À partir de ce concept, des chercheurs ont distingué quatre phases de l'étayage d'une compétence ou d'une habileté en émergence (Collins, Brown & Newman, 1989; Freund, 1990; Kozulin, 1998, 2000; Moss, 1992; Parent & Moss, 1994, 1995; Parent et al., 2000; Valsiner & Van Der Veer, 1993). Ces phases sont caractérisées par un niveau différent de partage des responsabilités. La première renvoie aux habiletés qui se situent au-delà de la ZDP de la dyade et sont rarement observables. La deuxième phase, celle d'acquisition ou de modelage, inclut les habiletés introduites par l'adulte qui sont observables pour l'enfant. La troisième phase, dite de consolidation ou de coaching, est caractérisée par la participation accrue de l'enfant dans l'activité dyadique. Dans cette phase, l'enfant est capable de participer à l'exécution des opérations avec le soutien de l'adulte. La quatrième phase, dite d'inhibition ou de fondu, réfère aux habiletés qui sont en voie d'être maîtrisées par l'enfant avec un soutien réduit de l'adulte. Chacune de ces phases correspond à un patron privilégié de partage des responsabilités entre l'adulte et l'enfant, soient (1) la non-exécution pour la phase au-delà de la ZDP, (2) l'exécution par la mère pour la phase de modelage, (3), l'exécution conjointe pour la phase de consolidation, et (4) l'exécution autonome par l'enfant pour la phase d'inhibition. L'observation de ces patrons privilégiés de partage des responsabilités pour diverses habiletés ou opérations permet ainsi de documenter l'état du développement des « compétences émergentes » de l'enfant, en fournissant des indications quant à leur emplacement dans la ZDP. Dans cette optique, une grille de codage adaptée de Parent et al. (2000) est appliquée à deux tâches de numération dans la présente étude, afin d'observer ces quatre patrons de partage des responsabilités dyadiques (1- non exécution, 2- exécution par la mère, 3- exécution conjointe, 4- exécution par l'enfant), pour chacun des sous-ensembles

d'opération définis plus haut (anticipation globale, évaluation globale, anticipation locale, réalisation du plan et évaluation locale).

Objectifs de recherche et hypothèses. Afin de compléter les informations en provenance des études antérieures sur les compétences individuelles en numération des enfants de quatre ans, la présente étude vise à documenter l'état du développement des compétences émergentes de l'enfant, telles qu'observables dans le contexte des interactions de collaboration cognitive mère-enfant au cours de deux tâches de numération. Un sous-objectif concerne l'examen du soutien maternel prodigué à l'enfant dans ce contexte de collaboration. Compte tenu de leur complexité respective, il est attendu que les différents sous-ensembles d'opérations (anticipation globale, évaluation globale, anticipation locale, évaluation locale et réalisation du plan) seront associés à des phases différentes de la ZDP, observables par des variations dans les fréquences relatives des quatre patrons de partage de responsabilités (non-exécution, exécution par la mère, exécution conjointe, exécution autonome). L'examen du ou des patrons de partage des responsabilités les plus fréquents pour chacune des opérations servira ainsi à expliciter la position de l'opération, et par conséquent des compétences en numération qu'elle sollicite, dans la ZDP.

Plus précisément, cinq hypothèses sont formulées. (1) Il est attendu que les opérations d'anticipation globale se situeront au-delà de la ZDP des enfants et qu'elles seront rarement exécutées par les dyades. Les compétences en numération et en planification sollicitées par les anticipations globales sont à ce point complexes qu'il est peu probable que les mères jugeront pertinent d'en modéliser l'exécution pour leur enfant. (2) Il est attendu que l'évaluation globale sera en phase de modelage, caractérisée par une fréquence élevée d'exécution par la mère. Effectivement, même si cette opération sollicite relativement les mêmes compétences en numération que l'anticipation globale, celles-ci doivent être appliquées *a posteriori* et le retour après le

fait sur les activités reliées à l'exécution de l'ensemble de la tâche commencerait à être maîtrisé vers 4 ou 5 ans (Sigel, 2002). (3) Les opérations d'anticipation locale se situeront en phase de consolidation pour la plupart des enfants de quatre ans. Ainsi, il est attendu que ces opérations seront fréquemment exécutées de façon conjointe par les enfants et leur mère. En effet, les compétences en numération qu'elles sollicitent peuvent être exécutées par l'enfant de 4 ans avec l'aide de sa mère, mais sont trop avancées pour être exécutées de façon autonome. Les opérations d'anticipation locale constitueraient donc une « fenêtre » sur les compétences en numération sur le point d'être observées dans le répertoire de l'enfant (Vygotsky, 1934/1978). (4) Comme l'évaluation *a posteriori* d'une opération requiert des compétences en planification moins avancées que son anticipation *a priori*, et ce, même si les compétences en numération sollicitées par ces deux opérations sont similaires, il est attendu que les opérations d'évaluation locale seront en transition entre la phase de consolidation et celle d'inhibition pour la majorité des enfants. En conséquence, les deux patrons de partage des responsabilités les plus fréquents seront l'exécution conjointe et l'exécution par l'enfant. (5) Il est attendu que les compétences en numération sollicitées par les opérations de réalisation du plan seront en phase d'inhibition et qu'elles seront caractérisées par une fréquence élevée d'exécution par l'enfant. Les opérations de réalisation du plan font en effet référence à des compétences en numération qui, selon la littérature recensée, sont maîtrisées ou en voie de l'être, par la majorité des enfants de quatre ans (Baroody & Dowker, 2003; Bideaud, 1997).

Méthode

Participants

Cent quatre-vingt-treize dyades mère-enfant (100 filles, 93 garçons) participent à l'étude. Une dyade n'a pas été retenue pour les analyses statistiques puisqu'elle a abandonné l'une des activités en début de parcours et que l'enfant a refusé de participer à la seconde. L'échantillon final est ainsi composé de 192 dyades mère-

enfant (100 filles, 92 garçons). Ces dyades ont été rencontrées alors que les enfants étaient âgés entre 46 et 51 mois (âge moyen = 48 mois). Ces participants représentent une population urbaine, majoritairement québécoise francophone, de niveau socio-économique varié (Santé Québec, 1997). Douze pourcent des familles ont un revenu annuel inférieur à 20 000\$ (CAN), 17,8 % des mères et 24,2 % des pères ont un diplôme d'études secondaire ou moins et 10,4 % des familles sont monoparentales.

Procédure

Au cours d'une observation filmée, les dyades mère-enfant participent à différentes activités, dont les deux activités de numération. Dans le souci d'observer des interactions mère-enfant se rapprochant de celles qui se présentent dans le quotidien de la dyade, les activités choisies s'apparentent à celles qu'un enfant de quatre ans peut effectuer avec ses parents à la maison. Ces activités possèdent un niveau de difficulté suffisamment élevé pour nécessiter l'aide de la mère.

L'expérimentatrice mentionne à la mère qu'elle peut aider son enfant comme elle le ferait à la maison et qu'elle peut prendre tout le temps nécessaire pour compléter la tâche, puis elle laisse la dyade seule. L'ordre dans lequel les activités de numération ont été effectuées est contrebalancé.

Tâches de numération

Afin d'assurer la validité des observations, deux tâches de numération sont utilisées. La première activité est une série de points numérotés à relier pour révéler un dessin. La seconde activité est un jeu d'association nombre-image appelé «Mystéro» (Lyons & Lyons, 1999).

1) Dessin à numéros. Cette activité qui consiste à relier une série de nombres pour former un dessin, fait intervenir la reconnaissance des nombres écrits et leur position dans la séquence invariable des nombres. Elle sollicite également des habiletés visuo-motrices reliées au tracé des lignes d'un nombre à l'autre avec le

crayon. Trois dessins à numéros d'un niveau de difficulté similaire (20, 22 et 25 points numérotés) sont présentés à l'enfant qui choisit son favori (voir Annexe A). Afin d'uniformiser les données, seuls les 20 premiers sous-buts sont considérés dans les analyses statistiques.

2) *Mystéro (association nombre-image)*. *Mystéro* fait appel au comptage, à la maîtrise de la cardinalité et à la reconnaissance des nombres écrits. Ce jeu propose 40 planches-problèmes qui comportent neuf cases. Huit de ces cases contiennent des indices évoquant les nombres de 1 à 9. Les dyades doivent associer une pièce cartonnée représentant un des nombres de 1 à 9 à chacune des huit cases. La neuvième case contient un point d'interrogation et correspond au «nombre-mystère», c'est-à-dire le nombre qui reste lorsque les huit indices ont été jumelés au nombre qu'ils évoquent. Seules les deux premières planches-problèmes sont proposées aux dyades. Quatre principaux types d'indices se retrouvent sur ces deux planches (voir Annexe B). (1) Certains indices sont des représentations socioculturelles des nombres (par exemple : la distribution des points sur le dé illustre le nombre six, tandis que la paire de doigts évoque le deux). (2) D'autres indices illustrent des ensembles d'objets qui doivent être comptés (par exemple : un ensemble de huit poires). (3) Certains indices présentent le symbole numérique lui-même dans une calligraphie différente. (4) Enfin, certains indices sont ambigus et nécessitent que les partenaires négocient leurs perspectives possiblement différentes pour les résoudre (par exemple : le carré peut correspondre au nombre un ou au nombre quatre puisqu'il comprend quatre coins). Lorsque l'expérimentatrice transmet les instructions aux participants, elle leur donne un exemple pour chacune des deux planches de jeu. Au moment d'effectuer la tâche, il ne reste que sept indices à associer au nombre correspondant.

Le dessin à numéro et *Mystéro* font tous deux appel à la capacité de reconnaître les nombres écrits mais se distinguent quant au niveau de complexité de cette compétence, soit la reconnaissance des nombres de 1 à 9 pour *Mystéro*, soit celle

des nombres de 1 à 20 pour le dessin numéroté. Ces tâches se distinguent également au niveau des autres compétences en numération qu'elles sollicitent, soit le comptage et la maîtrise de la cardinalité pour Mystéro, soit la connaissance de la séquence des nombres pour le dessin à numéros.

Codage des interactions dyadiques

La collaboration mère-enfant pendant les deux tâches de numération est codée a posteriori à partir des bandes vidéo par deux juges entraînés. Une grille conçue pour examiner la participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations nécessaires à la réussite des deux tâches de numération est utilisée. La stratégie de codage, inspirée des travaux de Parent et al. (2000), se base sur une division des comportements par événement plutôt que par intervalle temporel ce qui assure une division plus naturelle des comportements dyadiques (Bakeman & Gottman, 1981). Suite à un examen approfondi des deux tâches de numération, les opérations effectuées par les dyades pour compléter les tâches sont identifiées en tant qu'événements-cibles constituant les unités de codage. La tâche des juges consiste à repérer ces événements-cibles dans les interactions mère-enfant et à leur assigner un code représentant le partage des responsabilités dyadiques observées. Cette stratégie de classification croisée (Bakeman & Gottman, 1981) permet de conserver la correspondance entre le type d'événement-cible (opérations nécessaires pour réussir la tâche) et le degré de participation des participants à ces événements-cibles (partage des responsabilités).

Événements-cibles. Les événements-cibles comprennent toutes les opérations requises pour réussir les activités de numération. Ces événements-cibles sont regroupés selon les ensembles d'opérations décrits plus tôt. Le premier ensemble d'événements-cibles réfère à la gestion et à l'organisation des stratégies nécessaires pour la réussite de l'ensemble de la tâche et comprend deux sous-ensembles d'événements-cibles d'un niveau de difficulté différent, soit l'anticipation globale, soit

l'évaluation globale. Pour les deux activités de numération, l'anticipation globale comprend trois événements-cibles: la définition du but global (par exemple: [Dessin]: «Il faut tracer une ligne qui relie tous les points et ça va faire un beau dessin»), l'organisation et le choix de stratégies globales (par exemple: [Mystéro]: «On va mettre tous les nombres en ordre puis on va compter les images»), et la définition des rôles (par exemple: [Dessin]: «Maman tu me dis où aller et je trace la ligne»). Ainsi, un maximum de trois comportements dyadiques peut être observé pour l'anticipation globale du dessin à numéros (trois événements-cibles). Dans le cas de Mystéro, un maximum de six comportements dyadiques peut être observé ($3 \text{ événements-cibles} * 2 \text{ cartes de jeu}$). L'évaluation globale est constituée d'un seul événement-cible, l'évaluation globale en fin d'activité (par exemple: [Mystéro]: «On a trouvé tous les nombres; le Nombre mystère c'est quoi?»). Un seul comportement dyadique peut donc être observé au plus pour l'évaluation globale du dessin à numéros, alors qu'à Mystéro, un maximum de deux comportements dyadiques peut être observé ($1 \text{ événement-cible} * 2 \text{ cartes de jeu}$).

Le deuxième ensemble d'événements-cibles comprend trois sous-ensembles d'événements-cibles d'un niveau de difficulté différent qui réfèrent à la gestion, à l'organisation locale et à la réalisation de l'activité : (1) L'anticipation locale réfère à la planification de l'exécution d'un sous-but de l'activité. Pour l'activité du dessin à numéros, le sous-but est défini par l'identification du prochain nombre vers lequel tracer la ligne au crayon. Au total, le dessin à numéros comprend 20 sous-buts, correspondant au nombre de points numérotés. Le jeu Mystéro comprend quant à lui deux sous-buts. Le premier se rapporte à la planification du comptage ou de la reconnaissance des indices illustrés évoquant les nombres (par ex: compter les doigts sur l'illustration d'une main), alors que le deuxième consiste à planifier la recherche du symbole écrit correspondant à l'indice illustré (par exemple: trouver le «5» afin de

l'agencer à l'illustration des cinq doigts de la main). Au total Mystéro comprend 28 sous-buts : 7 indices * 2 sous-buts par indice * 2 planches de jeu).

(2) La réalisation du plan réfère à l'exécution du sous-but défini au préalable. Pour l'activité du dessin à numéros, la réalisation du plan englobe toutes les actions associées au tracé d'une ligne reliant deux nombres. Au total, le dessin à numéro comprend 20 exécutions du sous-but, correspondant au nombre de points numérotés. Pour Mystéro, la dyade doit réaliser les deux sous-buts, le premier qui consiste à dénombrer ou à reconnaître les indices illustrés évoquant les nombres et le deuxième consistant à trouver le nombre correspondant à l'indice illustré. La réalisation du plan comprend aussi l'encadrement et la supervision continue de ces opérations. Au total, Mystéro comprend 28 exécutions du sous-but: 7 indices * 2 exécutions par indice * 2 planches de jeu (3) L'évaluation locale renvoie enfin à l'évaluation de l'exécution du sous-but (par exemple : [Dessin] vérifier si la ligne entre le 3 et le 4 est droite). Le dessin à numéros comprend un total de 20 évaluations locales, correspondant au nombre de points numérotés. Mystéro comprend 14 évaluations locales : 7 indices numérotés à associer * 2 planches de jeu.

Partage des responsabilités dyadiques. Pour chacune des opérations, deux codes reflétant le partage des responsabilités sont attribués à la dyade: le premier reflète la participation de l'enfant et le deuxième reflète la participation de la mère. Ces codes correspondent à cinq niveaux de participation mutuellement exclusifs décrits en annexe (voir annexe C)⁴. Selon les recommandations de Bakeman et Gottman (1981), 20% des bandes vidéo (n = 39), sélectionnées au hasard, ont été codées par les deux juges de façon indépendante et à l'aveugle. Les accords inter-juges varient de 83% à 95% pour les catégories initiales de Mystéro (Annexe B) et de 86% à 95% pour celles

⁴ Des détails supplémentaires sur la grille d'évaluation de la régulation dyadique peuvent être obtenus auprès des auteurs.

du dessin à numéros. Les niveaux de participations de la mère et de l'enfant pour chacun des événements-cibles sont ensuite regroupés pour former les patrons de partage des responsabilités correspondant aux quatre phases de la ZDP décrites précédemment (au-delà de la ZDP, modelage, consolidation, inhibition). Ce sont ces patrons de partage des responsabilités qui sont utilisés dans les analyses statistiques.

(1) Omission : comprend les opérations qui ne sont pas exécutées par la dyade (la mère et l'enfant obtiennent un code 0). (2) Exécution par la mère: comprend les opérations qui sont effectuées par la mère (codes 3 ou 4). L'enfant peut être attentif (code 1) ou non (code 0) à l'opération qui est exécutée par la mère, et il peut aussi émettre une rétroaction (code 2). Comprend également les rétroactions évaluatives effectuées par la mère après avoir effectué une opération (mère : 2; enfant: 0 ou 1). (3) Exécution conjointe : comprend les opérations pour lesquelles l'enfant participe activement à l'exécution (code 3 ou 4), qui demeure toutefois supervisée par la mère (code 3 ou 4). (4) Exécution par l'enfant : comprend les opérations qui sont effectuées par l'enfant (code 3 ou 4). La mère peut ne pas y participer (code 0), exercer une supervision non-verbale (code 1) ou émettre une rétroaction simple (code 2). Les fréquences moyennes et les écarts-types de chacun des patrons de partage des responsabilités pour chacun des sous-ensembles d'opération de numération sont présentés au tableau 1.

Résultats

Afin de vérifier les hypothèses concernant la collaboration mère-enfant, cinq analyses de variance à mesures répétées (ANOVA) sont effectuées. Puisque les hypothèses postulent un niveau de développement distinct pour chacun des sous-ensembles d'opérations (anticipation globale, évaluation globale, anticipation locale, évaluation locale, réalisation du plan), ceux-ci sont analysés séparément. Dans chaque analyse, les variables dépendantes correspondent aux fréquences d'observation de chacun des quatre patrons de partage des responsabilités (fréquences d'omission,

Tableau 1

Pourcentages et écarts-types moyens des patrons de partage des responsabilités dyadiques pour les cinq sous-ensembles d'opérations des deux tâches de numération

| Patron de partage des responsabilités | Tâche | Opérations | | | | | | | | | |
|--|---------|----------------------|--------|--------------------|--------|---------------------|--------|-------------------|--------|---------------------|--------|
| | | Anticipation globale | | Évaluation globale | | Anticipation locale | | Évaluation locale | | Réalisation du plan | |
| | | M | (é.t.) | M | (é.t.) | M | (é.t.) | M | (é.t.) | M | (é.t.) |
| 1. Omission (Au-delà de la ZDP) | Dessin | 83,9% | (22,1) | 14,1% | (34,9) | 7,9% | (17,5) | 60,9% | (24,9) | 0,4% | (0,2) |
| | Mystéro | 87,5% | (13,6) | 10,7% | (25,1) | 32,8% | (20,4) | 63,3% | (24,2) | 12,4% | (13,3) |
| 2. Exécution par la mère (modelage) | Dessin | 12,0% | (11,7) | 30,7% | (46,3) | 64,1% | (32,5) | 35,0% | (23,9) | 3,8% | (13,3) |
| | Mystéro | 7,6% | (11,3) | 35,7% | (39,2) | 57,4% | (20,4) | 32,1% | (23,2) | 5,8% | (10,8) |
| 3. Exécution conjointe (consolidation) | Dessin | 3,0% | (12) | 52,6% | (50,1) | 26,6% | (30,4) | 2,8% | (0,5) | 40,4% | (21,5) |
| | Mystéro | 3,6% | (0,7) | 50,5% | (40,6) | 7,1% | (0,9) | 1,6% | (0,4) | 44,9% | (21,9) |
| 4. Exécution par l'enfant (inhibition) | Dessin | 1,2% | (0,6) | 2,6% | (16) | 1,4% | (0,6) | 1,1% | (0,3) | 55,3% | (24,2) |
| | Mystéro | 1,4% | (0,5) | 3,1% | (13,2) | 2,6% | (0,5) | 2,4% | (0,5) | 36,7% | (24,6) |
| Total ^a | Dessin | 100,0% | (0,0) | 100,0% | (0,0) | 99,9% | (0,6) | 99,8% | (0,1) | 99,9% | (0,0) |
| | Mystéro | 100,0% | (0,0) | 100,0% | (0,0) | 99,9% | (0,7) | 99,4% | (0,2) | 99,9% | (0,6) |

^a Le total des comportements dyadiques des quatre patrons de partage des responsabilités n'atteint pas 100% lorsque les dyades ont effectué ces opérations en privilégiant un partage des responsabilités qui n'est pas inclus dans notre classification

d'exécution par la mère, d'exécution conjointe et d'exécution par l'enfant) associées au sous-ensemble d'opérations concerné. Ces quatre patrons de partage des responsabilités et les deux tâches (dessin à numéros et Mystéro) sont traités comme deux facteurs à mesures répétées afin d'identifier les patrons les plus fréquemment observés pour chacun des sous-ensembles d'opérations et d'éventuelles différences en fonction de la tâche. Des contrastes linéaires et quadratiques, suivis de tests-t au besoin, sont ensuite effectués afin de préciser la nature des effets obtenus. Cette démarche analytique permet de déterminer le ou les patrons de partage des responsabilités les plus fréquents pour chacun des sous-ensembles d'opérations, de manière à situer ces opérations et les compétences en numération auxquelles elles font appel dans la ZDP de l'enfant.

La stratégie de classification croisée adoptée pour le codage des vidéos a pour effet de fixer le nombre total des observations pour un sous-ensemble d'opérations données (la somme des fréquences d'omission, d'exécution par la mère, d'exécution conjointe et d'exécution par l'enfant). Pour éviter la redondance qui en découle, pour chacune des ANOVAs, le ou les deux patrons de partage des responsabilités les moins fréquents sont exclus des analyses. Ainsi, pour les analyses qui réfèrent aux opérations d'anticipation globale, d'évaluation locale et de réalisation du plan, deux patrons de partage des responsabilités sont exclus étant donné leur fréquence très faible. Pour les opérations d'anticipation locale et d'évaluation globale, un seul patron est exclu (voir le tableau 1). Les résultats (ANOVA) sont présentés au tableau 2. Puisque le test de sphéricité de Mauchly indique que ce postulat n'est pas respecté dans la majorité des analyses, une correction Greenhouse-Geisser est appliquée lorsque nécessaire et les résultats rapportés incluent cette correction.

Tableau 2

Analyses de variance à mesures répétées sur la fréquence des comportements dyadiques au sein des quatre phases de la ZDP

| Source | Opérations | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|---------------------|----------|
| | Anticipation globale | | Évaluation globale | | Anticipation locale | | Évaluation locale | | Réalisation du plan | |
| | <u>df</u> | <u>F</u> | <u>df</u> | <u>F</u> | <u>df</u> | <u>F</u> | <u>df</u> | <u>F</u> | <u>df</u> | <u>F</u> |
| Patron de partage (ZDP) | 1, 191 | 1899,4** | 1, 315 | 55,3** | 1, 321 | 226,1** | 1, 185 | 95,7** | 1, 185 | 2,2 |
| Tâche (T) | 1, 191 | 0,5 | 1, 191 | 0,1 | 1, 185 | 5,6* | 1, 185 | 0,4 | 1, 185 | 99,4** |
| ZDP x T | 1, 191 | 6,9** | 2, 332 | 0,9 | 1, 292 | 70** | 1, 185 | 1,1 | 1, 185 | 32,3** |

Note. Les valeurs rapportées incluent la correction Greenhouse-Geisser.

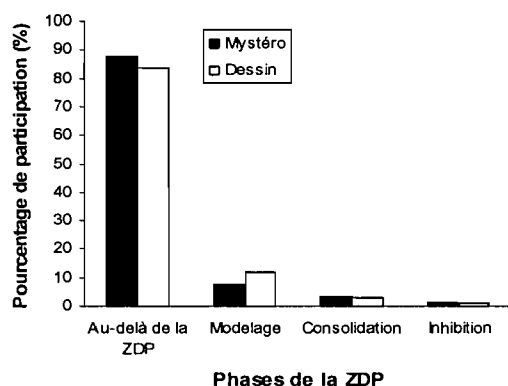
* $p < 0,05$. ** $p < 0,01$.

Deux effets principaux de tâche sont observés, soit pour les opérations d'anticipation locale et de réalisation du plan. Ces résultats signifient simplement que les deux tâches diffèrent quant à la fréquence d'observation de patrons de partage des responsabilités autres que ceux inclus dans les ANOVAs (les patrons de partage des responsabilités exclus pour éviter la redondance). Dans les deux cas, ces fréquences demeurent peu élevées : pour l'anticipation locale, la proportion d'opération exécutée par l'enfant est de 0,014 pour la tâche de dessin et de 0,026 pour la tâche Mystéro; pour la réalisation du plan, les proportions combinées de non exécution et d'exécution par la mère sont de 0,042 pour le dessin et de 0,182 pour Mystéro. À l'exception de l'analyse concernant les opérations de réalisation du plan, les résultats révèlent des effets principaux associés aux patrons de partage des responsabilités. Ces effets indiquent qu'indépendamment de la tâche, les différents patrons de partage des responsabilités diffèrent significativement entre eux quant à leur fréquence. Les η^2 (une mesure de la grandeur des effets) varient entre 0,22 et 0,91. Trois effets d'interactions sont aussi observés correspondant aux opérations d'anticipation globale, d'anticipation locale et de réalisation du plan. Les détails de ces effets sont rapportés pour chacune des opérations.

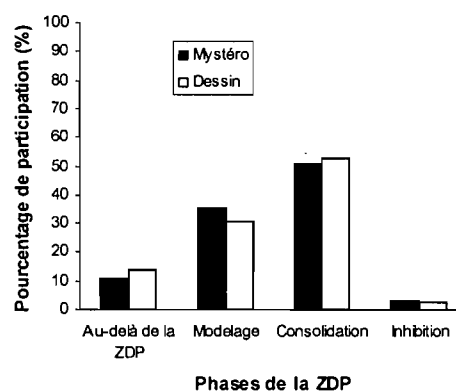
Conformément à ce que nous avons anticipé au départ, les résultats de l'analyse qui concerne les opérations d'anticipation globale indiquent que ces opérations sont surtout omises par les dyades. L'exécution par la mère est le second patron de partage des responsabilités le plus fréquent (voir figure 1). On observe toutefois une différence entre les deux tâches quant à la fréquence moyenne d'utilisation de ces deux patrons de partage des responsabilités. Les dyades omettent plus fréquemment les opérations d'anticipation globale de Mystéro que celles du dessin à numéros et, à l'inverse, les mères modèlent plus fréquemment les opérations du dessin à numéros que celles de Mystéro. Ces résultats confirment que les opérations d'anticipation globale n'ont pas encore fait leur entrée dans la ZDP des enfants de quatre ans, bien qu'elles semblent davantage sur le point de le faire pour le

dessin à numéros (notons que cette différence entre les deux tâches est modeste : $\epsilon^2 = 0,04$). En conformité avec les travaux antérieurs sur le développement de la numération (Baroody, 1987; Fuson, 1988; Sinclair & Sinclair, 1984), l'identification des nombres écrits de 1 à 20 et la connaissance de leur ordre invariable, ainsi que la capacité de procéder par élimination afin d'associer un nombre écrit de 1 à 9 à l'indice

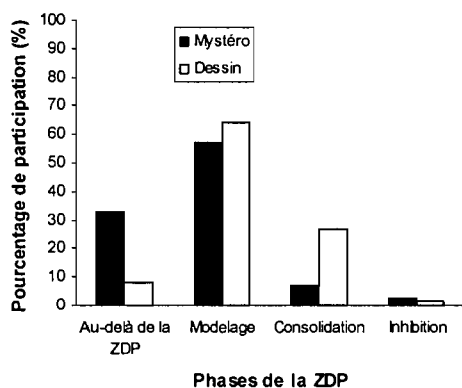
Figure 1. Pourcentages moyens de participation dyadique pour chacune des phases de la ZDP pour les opérations d'anticipation globale, d'évaluation globale, d'anticipation locale, d'évaluation locale et de réalisation du plan.



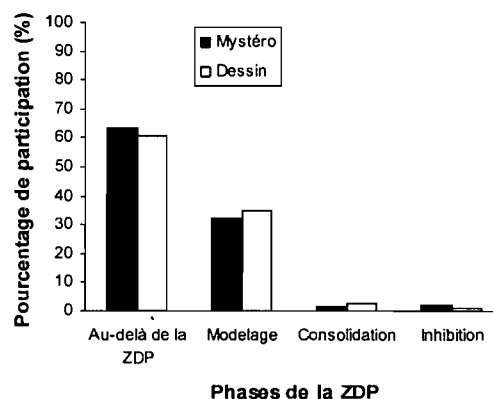
1. anticipation globale



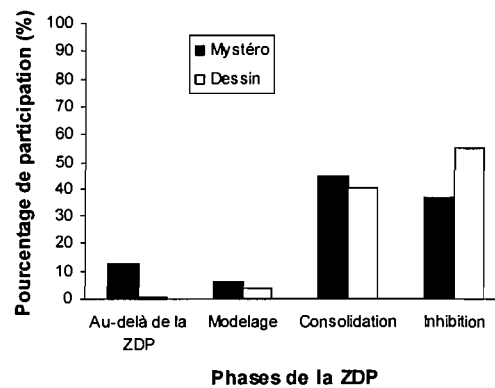
2. évaluation globale



3. anticipation locale



4. évaluation locale



5. réalisation du plan

qui l'évoque, ne sont pas maîtrisés par les enfants de quatre ans. Nos résultats permettent d'ajouter que ces compétences se situent à ce point au-delà du niveau de développement de l'enfant, que dans la majorité des cas, les mères ne jugent pas pertinent d'effectuer ces opérations de façon observable.

Alors qu'il était attendu que les opérations d'évaluation globale soient en grande majorité modelées par les mères, les résultats indiquent que ce patron de partage des responsabilités est relégué au second rang par les dyades (voir figure 1). Pour les deux tâches, les dyades exécutent plutôt conjointement l'évaluation globale : dans 52% des occasions, l'enfant participe activement à la réalisation de l'opération avec le soutien de sa mère. L'exécution conjointe est suivie de l'exécution par la mère (33%) et finalement de l'omission (12%). Ces résultats suggèrent que l'évaluation globale est en phase de consolidation pour la majeure partie des enfants, bien que le modelage soit encore beaucoup utilisé par les mères. A prime abord, ces résultats paraissent cohérents avec nos hypothèses de départ et avec les travaux de Sigel (1970, 2002) et de St-Laurent (1999) sur la trajectoire développementale des compétences en planification pendant la période préscolaire. Ainsi, nos résultats confirment que

l'évaluation globale nécessite un niveau de planification et de représentation de la tâche moins élaborés que ceux de l'anticipation globale et qu'elle est plus avancée dans la ZDP des enfants de quatre ans. Cependant, il n'était pas prédit que l'évaluation globale se situerait dans une phase aussi avancée de la ZDP des enfants, compte tenu notamment de la complexité des compétences en numération que sollicite cette opération (identification des nombres écrits de 1 à 20, associer les nombres écrits de 1 à 9 aux différents indices qui les évoquent). De plus, compte tenu de la fréquence des exécutions conjointes, il est étonnant d'observer une aussi faible proportion d'exécutions autonomes par l'enfant (0,3%, pour les deux tâches). Or, le modèle de la collaboration mère-enfant proposé ici suggère qu'une opération effectuée par l'enfant sous la supervision maternelle fasse progressivement place à une exécution autonome par l'enfant, signalant qu'il s'approprie la responsabilité d'une opération à mesure qu'il la maîtrise. Ce n'est clairement pas le profil observé pour l'évaluation globale et en ce sens, les résultats de cette analyse divergent du modèle proposé.

L'analyse qui réfère aux opérations d'anticipation locale indique que ces opérations sont surtout sous la responsabilité des mères, qui modèlent l'opération pour leur enfant (voir figure 1), et ce, dans les deux tâches. On observe toutefois une différence entre les tâches quant aux autres patrons de partage des responsabilités qui sont privilégiés pour effectuer ces opérations. Pour le dessin à numéros, la fréquence d'exécution par la mère est immédiatement suivie et se distingue significativement de la fréquence d'exécution conjointe ($t_{(186)} = 8,5$, $p < 0,001$), qui précède quant à elle la fréquence d'omission ($t_{(186)} = 6,7$, $p < 0,001$). Pour Mystéro, la fréquence d'exécution par la mère est plutôt suivie de la fréquence d'omissions ($t_{(192)} = -7,91$, $p < 0,001$), qui est suivie de la fréquence d'exécution conjointe ($t_{(192)} = 24,39$, $p < 0,001$). Au départ, il était prédit qu'indépendamment de la tâche ces opérations seraient en voie d'être maîtrisées par les enfants et qu'ils les exécuteraient de façon conjointe avec leur mère. Ce patron de partage des responsabilités semble davantage sur le point de se préciser

pour les anticipations locales du dessin à numéros. Ces résultats suggèrent que la capacité de prévoir le nombre à venir, dans la série invariable de 1 à 20, est pleinement entrée dans la ZDP de l'enfant et est en transition de la phase de modelage à celle de consolidation. L'omission plus fréquente des opérations d'anticipation locales de Mystéro suggère que les compétences en numération qu'elles sollicitent, soit associer un nombre écrit à l'indice visuel qui l'évoque, posent un défi plus élevé aux enfants de quatre ans. Ces compétences feraient tout juste leur entrée dans la ZDP.

Alors que nous avions prédit que pour les deux tâches, les opérations d'évaluation locale seraient surtout exécutées par l'enfant, on constate qu'elles sont plutôt omises par les dyades (voir figure 1). La fréquence d'omission des évaluations locales devance significativement le modelage de ces opérations par la mère, qui est le second patron de partage des responsabilités le plus utilisé, et ce, à la fois pour Mystéro et pour le dessin à numéros. Ces résultats suggèrent que les opérations d'évaluation locale se situent au-delà de la ZDP pour la majorité des enfants ou qu'elles y font tout juste leur entrée. Tandis que nos résultats corroborent ceux de Sigel (1970; 2002) et de St-Laurent (1999; St-Laurent & Moss, 2003), sur les compétences en planification des enfants en ce qui concerne les opérations de planification globale (anticipation globale et évaluation globale), ce n'est pas le cas pour les opérations qui réfèrent à la planification d'une sous-partie de la tâche (anticipation locale et évaluation locale). En effet, les opérations d'évaluation locale devraient correspondre à un niveau de planification moins avancé que celui nécessaire pour les anticipations locales et être ainsi davantage maîtrisées par les enfants de quatre ans. Nos résultats indiquent plutôt l'inverse : les opérations d'évaluation locale se situent au-delà de la ZDP, alors que les opérations d'anticipation locale y ont clairement fait leur entrée, particulièrement pour la tâche de dessin. Ces résultats sont d'autant plus étonnants que les compétences en numération sollicitées par les

opérations d'évaluation locale seraient déjà entrées dans la ZDP, comme en témoignent les résultats de l'analyse qui réfère aux opérations d'anticipation locale.

Finalement, conformément à ce que nous avons postulé au départ, les résultats de l'analyse des opérations de réalisation du plan indiquent que ces opérations sont celles où l'on observe la plus grande participation des enfants (voir figure 1). Les deux tâches diffèrent toutefois quant au patron de partage des responsabilités qui est privilégié pour effectuer ces opérations. Les enfants exécutent plus fréquemment ces opérations sous la supervision de leur mère pour Mystéro comparativement au dessin à numéros ($t_{(185)} = -2,02, p < 0,05$). Inversement, les enfants exécutent davantage les réalisations du plan du dessin à numéro de façon autonome comparativement à Mystéro ($t_{(185)} = 8,54, p < 0,01$). En d'autres mots, pour l'activité du dessin, les dyades privilégient plus fréquemment un partage des responsabilités caractérisé par l'exécution autonome par l'enfant (55%), suivi par l'exécution conjointe de l'opération (40%). Pour Mystéro, les dyades exécutent plus fréquemment les opérations de réalisation du plan de façon conjointe (45%), suivi par l'exécution autonome par l'enfant (37%). Ces résultats suggèrent que les compétences en numération sollicitées par les opérations de réalisation du plan du dessin à numéro entrent en phase d'inhibition et sont en voie d'être maîtrisées par l'enfant. Ce serait donc le cas du tracé d'un nombre à l'autre et de la conservation en mémoire, du nombre vers lequel se diriger. En revanche, les compétences en numération auxquelles font appel les opérations de réalisation du plan de Mystéro posent un défi plus élevé aux enfants, leur exécution nécessitant une supervision plus active de la part des mères. Le comptage et la cardinalité pour les collections de 1 à 9 objets, de même que la capacité d'associer un nombre écrit à l'indice visuel qui l'évoque, sont en transition de la phase de consolidation à celle d'inhibition.

Discussion

Cette recherche avait pour but d'examiner les compétences émergentes en numération des enfants d'âge préscolaire dans un contexte de collaboration mère-enfant, ainsi que les stratégies utilisées par les mères afin d'étayer ces apprentissages. L'amélioration des connaissances sur l'apprentissage de la numération chez l'enfant dans ce contexte d'acquisition était visé (Tudge & Doucet, 2004). Un deuxième objectif concernait la clarification des stratégies maternelles mises en œuvre pour favoriser cet apprentissage (Benigno & Ellis, 2004). En ce qui concerne les compétences numériques émergentes de l'enfant, nos résultats corroborent les travaux antérieurs sur les performances individuelles en numération pendant la période préscolaire (Baroody, 1987; Baroody & Dowker, 2003; Case, 1992; Case et al., 2001; Gelman & Galistel, 1978; Sinclair, 1988; Sinclair & Sinclair, 2004). De plus, l'utilisation d'un cadre d'évaluation dynamique de ces compétences émergentes, fournit un « aperçu » des compétences futures en numération de l'enfant qui nécessitent au moment où elles se manifestent le soutien de l'adulte pour se révéler. L'examen de l'encadrement maternel permettant de promouvoir l'émergence des compétences sollicitées a mis en lumière la présence de stratégies d'étayage maternel visant le soutien cognitif des apprentissages en numération de l'enfant, mais également la motivation de l'enfant à accomplir la tâche. Ces résultats comportent des implications tant pour la compréhension des compétences en numération des enfants d'âge préscolaire que pour le rôle du parent dans l'acquisition de ces compétences.

Opérations liées à la gestion et à la planification globale de l'activité : anticipation globale et évaluation globale

Les résultats qui concernent l'anticipation globale confirment les hypothèses de départ à l'effet que ces opérations requièrent des compétences en numération et en planification qui n'ont pas encore fait leur entrée dans la ZDP des enfants de quatre ans. Les mères ont donc préféré insister sur d'autres opérations, plus accessibles à leur

enfant. Ces résultats sont cohérents à la fois avec les travaux portant sur le développement préscolaire de la numération dans un contexte individuel (Baroody, 1987; Bideaud, 1999; Fuson, 1988; Fuson & Hall, 1992) et avec les travaux de Sigel (1998) et de St-Laurent (1999) sur les compétences en planification de l'enfant de quatre ans. Ainsi, dans le contexte d'un dessin numéroté, la reconnaissance de la séquence invariable des nombres écrits de 1 à 20 se situe largement au-delà des compétences de l'enfant de quatre ans, et ce, même s'il bénéficie de l'aide de sa mère pour reconnaître cette suite du début à la fin. D'autre part, il apparaît qu'à quatre ans, la majorité des enfants sont incapables d'anticiper la marche à suivre pour résoudre le jeu Mystéro qui demande de procéder par élimination pour relier les nombres écrits de 1 à 9 aux indices illustrés qui évoquent ces nombres (cardinalité, représentation socioculturelle ou calligraphie différentes) (Sinclair & Sinclair, 1984).

Dans plus de la moitié des occasions, les enfants ont participé à l'évaluation globale des deux tâches sous la supervision de leur mère, suggérant que les compétences reliées à cette opération sont en phase de consolidation, bien que le modelage soit encore très présent (31% pour le dessin numéroté, 36% pour Mystéro). La participation plus élevée des enfants à l'évaluation globale comparativement à l'anticipation globale concorde avec les travaux de Sigel (1970, 1998) et de St-Laurent (1999). Ainsi, bien que les enfants de quatre ans soient incapables d'anticiper *a priori* la marche à suivre pour relier les nombres écrits de 1 à 20 ou pour relier les nombres écrits de 1 à 9 aux indices illustrés qui les évoquent, ils arrivent à retracer les étapes ayant conduit à la réussite de la tâche *a posteriori*, avec l'aide de leur mère.

Cependant, le profil de cette opération ne correspond pas entièrement à nos attentes initiales et au modèle choisi pour expliquer l'apprentissage de la numération lors d'activités cognitives conjointes. Compte tenu de la fréquence élevée d'exécutions conjointes, nous aurions dû observer une proportion plus élevée d'exécutions

autonomes par l'enfant, illustrant la transition des compétences sollicitées par cette opération vers la phase d'inhibition, pour au moins une partie des enfants. La quasi-inexistence des exécutions autonomes par l'enfant à l'évaluation globale remet en cause, pour cette opération, le modèle de transfert des responsabilités en fonction des compétences maîtrisées par l'enfant. D'autre part, les recherches répertoriées sur la collaboration parent-enfant en contexte cognitif conjoint fournissent peu d'éléments permettant d'apporter une explication à nos résultats, puisque très peu d'études ont distingué les différentes dimensions de la planification d'une tâche ou du partage des responsabilités (St-Laurent & Moss, 2003).

Il est possible que nos tâches se prêtent peu à une évaluation globale de nature cognitive, compte tenu de l'âge des enfants. En contexte de numération préscolaire, l'évaluation globale pourrait avoir une fonction davantage motivationnelle avant d'acquérir une valeur cognitive qui dépend d'un niveau de développement plus avancé. Il s'agirait alors d'un soutien affectif de la mère aux efforts de l'enfant, se rapprochant des rétroactions positives de Diaz et al. (1991). Cette fonction de soutien expliquerait du coup l'absence d'exécution autonome par l'enfant. Par exemple, au dessin à numéros, la mère pouvait s'exclamer avec enthousiasme : « Bravo, on a relié tous les points! Quel dessin est-ce que ça donne? » et l'enfant de répondre : « Un cheval! ». Cet échange typique des évaluations globales observées permet de constater qu'il ne s'agit pas d'une évaluation cognitive de la tâche où l'enfant identifie après-coup les compétences en numération et en planification qu'il a déployées. De façon cohérente à la perspective théorique de Rogoff (2003), il semble que les mères ont transformé la fonction de l'évaluation globale afin qu'elle soit compatible au contexte et au niveau de compétence de l'enfant. À l'instar de Rogoff, on peut suggérer que la valeur motivationnelle accordée à l'évaluation globale favorise le développement cognitif puisqu'elle encourage l'intérêt de l'enfant et son sentiment de compétence face à la tâche exécutée, l'incitant en retour à participer à des tâches similaires dans le

futur (Rogoff, 1990; 2003). Autrement dit, cette dimension motivationnelle de l'étayage maternel lors de l'évaluation globale favoriserait l'acquisition des connaissances en numération de l'enfant, par le biais d'une consolidation de sa confiance à l'égard de ses compétences.

Opérations liées à l'exécution des sous-parties de l'activité : anticipation locale, évaluation locale et réalisation du plan

Il était attendu que les opérations d'anticipation locale se situeraient en phase de consolidation. Les résultats ont toutefois révélé que ces opérations se situent en phase de modelage pour la plupart des dyades. Les opérations d'anticipation locale du dessin à numéros sont plus avancées dans la ZDP de l'enfant puisque le partage des responsabilités leur étant reliées est davantage caractérisé par la participation de l'enfant sous supervision maternelle comparativement à Mystéro. Cette différence témoigne du défi plus élevé que posent les anticipations locales de Mystéro pour les enfants.

En termes de compétences numériques, les résultats suggèrent que les enfants de quatre ans sont capables de prévoir le *nombre à venir* dans la série invariable des nombres de 1 à 20 avec l'aide de leur mère. Ces résultats sont compatibles avec ceux de Baroody (1987; Baroody & Dowker, 2003) qui indiquent que la reconnaissance des nombres écrits constitue un défi de taille pour les enfants de quatre ans lorsqu'elle implique les nombres supérieurs à neuf. Le cadre dynamique de cette étude permet cependant d'enrichir les connaissances sur le développement de la numération chez le jeune enfant en démontrant que l'identification du prochain nombre à venir dans la série des nombres écrits de 10 à 20 est une compétence en émergence dès quatre ans. Comment expliquer qu'avec l'aide de leur mère, les enfants arrivent à reconnaître les nombres de 10 à 20, alors qu'en individuel cette compétence se situe largement au-

dessus de leur niveau de développement actuel, et n'est par conséquent, pratiquement pas observée (Baroody, & Dowker, 2003)? L'examen du soutien offert par les mères montre de quelles façons elles se servent des compétences actuelles de l'enfant afin d'élaborer des stratégies favorisant le développement de cette compétence. Ces stratégies permettent en outre de combler l'écart entre les compétences que l'enfant peut accomplir seul et les compétences qu'il peut accomplir avec le soutien de sa mère. Une première stratégie repose uniquement sur les compétences verbales de l'enfant. Dans ce contexte, la mère sollicite la participation de l'enfant en l'interrogeant sur le prochain nombre à venir dans la séquence verbale des mots-nombres; en lui rappelant ou non le nombre qui vient d'être nommé. Par exemple, la mère peut demander à l'enfant : « Dis-moi, quel chiffre vient après le 12? ». En répondant : « C'est le 13! », l'enfant se trouve à participer à la définition du sous-but. Une deuxième stratégie repose sur la reconnaissance des nombres écrits de l'enfant, mais décompose les nombres de 10 à 20 en deux chiffres de 1 à 9. Par exemple, la mère peut demander à l'enfant : « On vient de faire le 1-2, qu'est-ce qui vient après 1-2? ». L'enfant peut alors répondre : « C'est le 1-3 » et se mettre à la recherche du nombre 13. Enfin, une troisième stratégie repose sur la reconnaissance réelle des nombres écrits de 1 à 20, observable dans quelques rares cas seulement.

La participation moindre des enfants aux opérations d'anticipation locale de Mystéro nécessite un examen plus détaillé pour saisir ce qui a fait obstacle à leur participation. Dans Mystéro, chaque sous-but comporte deux opérations d'anticipation locale qui dépendent l'une de l'autre et dont l'exécution est elle-même intimement liée au but global. En effet, le participant doit garder en mémoire qu'un seul nombre doit être associé avec une seule illustration afin de révéler le nombre Mystère. Or, comme les compétences permettant la compréhension du but global de Mystéro n'ont pas fait leur entrée dans la ZDP des enfants de quatre ans, il est possible que les mères aient conservé la responsabilité de ces opérations afin d'ajuster la tâche aux compétences de

leur enfant. En assumant la décision du prochain indice numéraire à élucider, elles peuvent réduire les « degrés de liberté » (Bruner, 1975) de la tâche, en privilégiant les indices numéraires qui diminuent l'ambiguïté de l'activité. À titre d'exemple, imaginons une dyade qui hésite entre deux illustrations pouvant être associées au nombre « 1 », soit une carte à jouer présentant un As ou un carré. En proposant de résoudre d'abord la carte à jouer moins ambiguë, la mère procède par élimination. Les quatre coins du carré deviennent alors plus saillants et l'enfant peut y associer le nombre « 4 ». Ce patron de partage des responsabilités dans les opérations d'anticipation locale permet donc aux mères de contrôler le niveau de difficulté de la tâche.

Ces particularités du jeu Mystéro rendent plus ambiguë l'observation des compétences en numération de l'enfant. On peut toutefois avancer que l'association entre un nombre écrit et l'indice illustré qui l'évoque, lorsque cet indice illustré n'est pas isolé et que l'enfant doit l'isoler lui-même, commence tout juste à faire son entrée dans le répertoire de l'enfant de quatre ans. Cette interprétation des résultats est cohérente avec les travaux de Sinclair (1988, Sinclair & Sinclair, 1984) sur l'identification des nombres écrits chez l'enfant de quatre ans. À cet âge, les enfants peuvent généralement associer un nombre écrit à l'illustration y correspondant, une fois que cette illustration est isolée par le parent (par exemple : « On va choisir la main. Veux-tu compter combien il y a de doigts sur la main? »).

À l'instar de Saxe et al. (1987), de Fluck et al. (1995; Linnell & Fluck, 2001), et en accord avec le modèle vygotskien, ces résultats montrent que les mères reconnaissent les compétences numéraires qui correspondent à une période favorable à l'apprentissage et qu'elles ajustent leur soutien en conséquence. Elles se montrent de plus sensibles aux exigences distinctes de chacune des tâches en modelant pour l'enfant l'exécution de compétences en numération fraîchement entrées dans la ZDP

(Mystéro : association entre un nombre écrit et l'illustration qui l'évoque) alors qu'elles l'impliquent davantage dans des compétences partiellement maîtrisées (dessin à numéros : identification du nombre écrit qui suit un nombre préalablement défini, dans la série invariable des nombres de 1 à 20).

Alors qu'il était prédit que les opérations d'évaluation locale seraient pour le moins en phase de consolidation, les résultats révèlent qu'elles se situent juste au-delà de la ZDP de l'enfant et qu'elles sont tout au plus en transition vers la phase de modelage. Ces résultats sont peu compatibles avec les travaux antérieurs (Sigel, 1970, 1998; St-Laurent, 1999). Certaines caractéristiques des tâches utilisées pourraient expliquer en partie ces résultats imprévus. Pour le dessin numéroté, les évaluations locales étaient plus complexes qu'elles ne le laissaient paraître à prime abord. En effet, l'évaluation du tracé entre un nombre et le suivant dépend de la compréhension du but global, soit la réalisation d'un dessin reconnaissable rendu possible grâce à la jonction des nombres écrits de 1 à 20. Or, la compréhension de ce but global se situe nettement au-delà de la ZDP de l'enfant et par conséquent, la grande majorité des mères n'ont pas discuté de l'importance d'un tracé de qualité dans la réussite de la tâche. L'évaluation de chaque tracé reliant deux nombres afin de s'assurer de la qualité du tracé et de son exactitude aurait été lourde et peu motivante pour l'enfant, qui devait d'abord comprendre l'importance globale de la qualité des tracés. La pertinence des évaluations locales de Mystéro peut être remise en question puisque dans ce jeu, il est impossible d'avoir la certitude que les nombres sont associés aux bonnes illustrations avant d'avoir *entièrement complété* la planche de jeu. Il semble donc que Mystéro se prête davantage à une évaluation en fin d'activité qu'à des évaluations en cours de route, ce qui pourrait expliquer la faible occurrence de ces opérations.

Nonobstant ces nuances, les résultats indiquent toutefois que 35% des mères ont communiqué une rétroaction à l'enfant en guise d'évaluation locale. Ces

rétroactions servaient surtout à valider les efforts de l'enfant, en les associant aux étapes réussies avec succès. Elles étaient pour la plupart positives et encourageantes (par exemple : « Bravo! »; « C'est beau, continue! ») et créaient une atmosphère plaisante dans laquelle le sentiment de compétence de l'enfant était susceptible d'être valorisé. Cette interprétation concorde avec le modèle de Wood, Bruner et Ross (1976), qui incluent le maintien de l'intérêt et de la motivation de l'enfant à la tâche dans leur définition d'un étayage maternel efficace. Le maintien de la motivation et de l'intérêt à la tâche faciliterait la transmission des compétences cognitives en permettant à l'enfant d'être réceptif à l'apprentissage des compétences introduites (Meins, Fernyhough, Russell & Clark-Carter, 1998). En ce sens, cette stratégie d'encadrement peut être conçue comme un mécanisme central du développement cognitif. Diaz et al. (1991) vont plus loin. Ces auteurs estiment que la contribution du soutien affectif fourni par le parent ne se résume pas à la simple facilitation de l'engagement. Ils suggèrent que les évaluations affectives positives favorisent directement le transfert des responsabilités de l'adulte à l'enfant : elles soutiennent le sentiment de compétence de l'enfant qui prend davantage l'initiative d'accomplir les responsabilités qui lui sont léguées. L'enfant multiplie ainsi les occasions de pratiquer ses compétences émergentes en numération. D'ailleurs, les résultats de ces chercheurs révèlent que les évaluations affectives positives procurées par la mère lors d'une activité cognitive conjointe constituent le seul comportement maternel associé à la performance autonome ultérieure de l'enfant. Selon la perspective vygotskienne, on peut suggérer que ces attributions de compétence expérimentées sur le plan interpersonnel sont intériorisées par l'enfant et se transforment éventuellement en stratégie autorégulatoire favorisant la persévérance à la tâche. Bouffard-Bouchard, Parent et Larivée (1993) ont constaté à cet égard que comparativement aux élèves ayant un rendement scolaire moyen, les élèves doués de deuxième secondaire présentaient moins de verbalisations internes négatives quant à leur capacité de résoudre une tâche. Ces résultats soulignent les liens entre les attributions de

compétence et la performance cognitive à l'adolescence qui pourraient avoir pour origine les interactions parent-enfant à l'âge préscolaire.

Alors qu'il était anticipé que les opérations de réalisation du plan se situent en phase d'inhibition, nos résultats révèlent que ces opérations sont en transition de la phase de consolidation vers celle d'inhibition pour les deux tâches, quoiqu'on observe une légère avance pour le dessin à numéros. Ainsi, le tracé d'un nombre à l'autre avec le crayon serait en voie d'être acquis tout comme le comptage, la cardinalité et la reconnaissance des nombres écrits et de leurs diverses représentations socioculturelles et calligraphiques. Ces résultats concordent globalement avec ceux de Case et al. (2001), Fuson (1988) et Siegler (1991) sur le comptage et la cardinalité, et avec ceux de Sinclair (1988; Sinclair & Sinclair, 1984) et Bialystok (1992; Bialystok & Codd, 2000) sur la reconnaissance des nombres écrits. Alors que le comptage d'ensembles de 1 à 3 éléments est maîtrisé depuis longtemps par les enfants de quatre ans (en phase d'inhibition), la cardinalité pour les collections supérieures à trois mais inférieures à neuf objets serait presque complètement maîtrisée vers l'âge de cinq ans (Baroody, 1987; Fuson & Hall, 1992), et donc en transition de la consolidation à l'inhibition dès l'âge de quatre ans. La reconnaissance des nombres écrits de 1 à 9 serait quant à elle en voie d'être maîtrisée par les enfants de quatre ans.

Le transfert des responsabilités de la mère à l'enfant constitue une caractéristique d'un étayage maternel efficace, en particulier en ce qui concerne les compétences qui sont en voie d'être maîtrisées. Ce comportement maternel permettrait de favoriser la performance autonome ultérieure de l'enfant aux tâches sollicitant ces habiletés (Rogoff, 1990, 2003). En ce sens, il apparaît qu'en contexte de numération parent-enfant à quatre ans, les mères de notre étude optent spontanément pour un encadrement plus discret des habiletés de comptage, de cardinalité et de reconnaissance des nombres écrits, accentuant leur exécution autonome par l'enfant.

Limites de l'étude

Cette étude présente certaines limites auxquelles des recherches futures devront pallier. Premièrement, les patrons de partage des responsabilités n'ont pas été examinés dans une perspective séquentielle. Nous avons privilégié une méthode analytique qui fournit une vision globale des activités de numération dans la ZDP des dyades. Cette méthode analytique ne permet toutefois pas d'esquisser la séquence des événements et ainsi d'évaluer l'impact de l'un des partenaires sur l'autre et sur la prochaine opération à effectuer. L'analyse séquentielle des données permettrait d'apporter des réponses à ces questionnements. Deuxièmement, malgré le caractère amusant et familier des tâches utilisées, le contexte d'observation en laboratoire soulève la question de la validité écologique des résultats (Benigno & Ellis, 2004; Rogoff, 2003). Les études qui se sont intéressées à la validité écologique des interactions parent-enfant en contexte de numération sont rares et leurs résultats sont disparates (voir Benigno & Ellis, 2004; Gelman & Massey, 1987). L'observation des situations de numération parent-enfant, *via* une variété de contextes représentatifs de la dynamique familiale, permettrait d'améliorer notre compréhension des variables contextuelles qui influencent la qualité des interactions parent-enfant dans ce contexte.

Retombées conceptuelles, méthodologiques et pratiques

Depuis quelques années, les attentes face à la maîtrise par les enfants des prérequis scolaires au moment d'entrer à l'école ont évolué. Alors que par le passé les parents comptaient sur le système scolaire pour débiter l'enseignement des compétences académiques, plusieurs parents déclarent avoir l'impression que le milieu scolaire compte désormais sur eux pour amorcer l'enseignement des acquis autrefois relégués au monde scolaire (Balfanz, 1999; LeFevre, 2000). Cette nouvelle vision parentale de la période préscolaire s'est développée en parallèle à l'intérêt des chercheurs pour les caractéristiques de l'environnement familial préscolaire qui encouragent l'acquisition des pré-requis scolaires et favorisent le succès à l'école

(Starkey & Klein, 2000; Starkey, Klein & Wakeley, 2004). Dans ce contexte, diverses études ont mis en évidence l'importance des activités littéraires et numériques que l'enfant effectue avec ses parents pendant la période préscolaire, dans le développement des compétences préparatoires à la rentrée scolaire (Burgess et al., 2002; Sénéchal et al., 1996). Il en ressort que les activités de collaboration parent-enfant contribueraient en partie à expliquer les différences individuelles observées dans l'apprentissage de la lecture, de l'écriture (Bus et al., 1995; Sénéchal et al., 1996) et de la numération (LeFevre, 2000; LeFevre; Clarke & Stringer, 2002; Parent et al., 2005). Or, les caractéristiques de ces interactions qui favorisent l'apprentissage des pré-requis scolaires demeurent peu connues, particulièrement dans le domaine de la numération.

La présente étude apporte un appui additionnel à la pertinence d'étudier le développement de la numération en contexte de collaboration (Meijer & Elshout, 2001). Comme le démontrent nos résultats, l'un des avantages de ce contexte est qu'il permet d'identifier les compétences qui sont en émergence et qui bénéficient de l'étayage maternel; ce que l'évaluation en contexte individuel ne permet pas d'observer étant donné qu'il fait ressortir les compétences que l'enfant maîtrise déjà (Rogoff, 2003). Les retombées pour l'intervention préventive en numération sont par conséquent importantes. L'étude du développement de la numération gagnerait à procéder à des évaluations dynamiques et collaboratives afin de guider les efforts d'intervention futurs.

Enfin, l'un des points forts de cette recherche réside dans la distinction des opérations nécessaires pour réussir les tâches de numération. Cette distinction a permis de constater que les conduites maternelles visant l'encadrement des opérations d'évaluation *a posteriori* des compétences en numération se différenciaient de celles visant l'encadrement de l'anticipation *a priori* des compétences en numération. Les

opérations d'évaluation globale et locales détiennent une caractéristique commune : la présence de verbalisations maternelles encourageantes et positives, soutenant la motivation de l'enfant et remplaçant une réelle évaluation cognitive des compétences en numération déployées par l'enfant. Ces conduites maternelles suggèrent que des facteurs motivationnels contribuent à la collaboration mère-enfant en contexte de numération et expliquent les patrons de partage des responsabilités observés aux opérations d'évaluation. Ces prédictions divergent de celles basées sur une conception exclusivement cognitive de l'étayage. À l'instar de Ginsburg et Goldbeck (2004), les résultats obtenus ici montrent en effet qu'il est nécessaire d'étudier et de clarifier le rôle du contexte socio-affectif dans lequel se déroulent les expériences précoces de l'enfant avec le système de nombres. Cette prise en compte du rôle de l'affectivité permettrait d'orienter différemment les programmes de prévention qui s'adressent aux parents d'enfants d'âge préscolaire. En particulier, l'accent sur l'affectivité dans les activités quotidiennes reliées aux nombres pourrait s'avérer une stratégie préventive efficace et plus facile à intégrer aux contraintes de la vie des jeunes familles.

Références

- Bakeman, R., & Gottman, J.M. (1981). *Observing interaction: An introduction to sequential Analysis*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Baroody, A.J. (1987). *Children's mathematical thinking*. New York: Teachers College Press.
- Baroody, A.J., & Dowker, A. (2003). *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Benigno, J.P., & Ellis, S. (2004). Two is greater than three: effects of older siblings on parental support of preschoolers' counting in middle-income families. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 4-20.
- Bialystok, E. (1992). Symbolic representation of letters and numbers. *Cognitive Development*, 7, 301-316.
- Bialystok, E., & Codd, J. (2000). Representing quantity beyond whole numbers: Some, none, and part. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 54, 117-128.
- Bideaud, J. (1997). *Du bébé à l'enfant de Piaget : quelle construction du nombre?* Psychologie Française, 42, 45-56.
- Bideaud, J. (1999). *Les chemins du nombre*. Presses Universitaires de Lille.
- Bjorklund, D.F., Hubertz, M.J., & Reubens, A.C. (2004). Young children's arithmetic strategies in social context: How parents contribute to children's strategy development while playing games. *International Journal of Behavioral Development*, 28, 347-357.
- Bouffard-Bouchard, T., Parent, S., & Larivée, S. (1993). Self-regulation on a concept-formation task among average and gifted students. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 115-134.
- Burgess, S.R., Hecht, S.A., & Lonigan, C.J. (2002.) Relations of the home literacy environment (HLE) to the development of reading-related abilities: A one-year longitudinal study. *Reading Research Quarterly*, 37, 408-426.

- Bus, A. J., van IJzendoorn, M.H., & Pellegrini, A.D. (1995). Joint book reading makes for success in learning to read: A meta-analysis on intergenerational transmission of literacy. *Review of Educational Research*, 65, 1-21.
- Case, R. (1992). *The mind's staircase*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Case, R., Griffin, S., & Kelly, W.M. (2001). Socioeconomic differences in children's early cognitive development and their readiness for schooling, Dans S.L.Goldbeck (Éd.), *Psychological perspectives on early childhood education: Reframing dilemmas in research and practice* (pp.37-63). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics, Dans L.B. Resnick (Éd.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (pp.453-494) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Diaz, R.M., Neal, C.J., & Vacchio, A. (1991). Maternal teaching in the zone of proximal development: A comparison of low- and high-risk dyads. *Merrill-Palmer Quarterly*, 37, 83-108.
- Fluck, M. J. (1995). Counting on the right number: Maternal support for the development of Cardinality. *The Irish Journal of Psychology*, 16, 133-149.
- Freund, L.S. (1990). Maternal regulation of children's problem solving behavior and its impact on children's performance. *Child Development*, 61, 113-126.
- Fuson, K.C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer Verlag.
- Fuson, K.C., & Hall, J.W. (1992). The acquisition of early number word meanings: A conceptual analysis and review, Dans H.P. Ginsburg (Éd.). *The development of mathematical thinking* (pp.49-107), New York: Academic Press.
- Gal, I. (2000). *Adult numeracy development: theory, research, practice*. New Jersey: Hampton Press.
- Gelman, R., & Gallistel, C.R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.

- Gelman, R., & Massey, C. (1987). The cultural unconscious as contributor to the supporting environments for cognitive development. Commentary on social processes in early number development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 52, (2, Serial No. 216).
- Ginsburg, H.P., & Goldbeck, S.L. (2004). Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 190-200.
- Johnston, B. (1994). Critical numeracy. *Fine Print*, 16, 32-36.
- Kermani, H., & Brenner, M.E. (2000). Maternal scaffolding in the child's zone of proximal development across tasks: Cross-cultural perspective. *Journal of Research in Childhood Education*, 15, 30-52.
- Kozulin, A. (1998). *Psychological tools : A sociocultural approach to education*. Cambridge : Harvard University Press.
- Kozulin, A. (2000). Vygotsky, a classic? *Contemporary Psychology*, 45, 505-510.
- LeFevre, J.-A. (2000). Recherche sur l'acquisition de capacités scolaires : introduction au numéro spécial sur l'apprentissage précoce de la lecture et du calcul. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 54, 57-60.
- LeFevre, J.-A., Clarke, T., & Stringer, A.P. (2002). Influences of language and parental involvement on the development of counting skills: Comparisons of French- and English-speaking Canadian children. *Early Child Development and Care*, 172, 283-300.
- Linnell, M., & Fluck, M. (2001). The effect of maternal support for counting and cardinal understanding in pre-school children. *Social Development*, 10, 202-220.
- Lyons, M., & Lyons, R. (1999). *Manuel d'instruction du jeu Mystéro*. Montréal: Chenelière / McGraw-Hill.
- Meijer, J., & Elshout, J. J. (2001). The predictive and discriminant validity of the zone of proximal development. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 93-112.

- Meins, E., Fernyhough, C., Russell, J., & Clark-Carter, D. (1998). Security of attachment as a predictor of symbolic and mentalising abilities: A longitudinal study. *Social Development*, 7, 1-24
- McNaughton, S., & Leyland, J. (1999). The shifting focus of maternal tutoring across different difficulty levels on a problem-solving task, Dans P. Lloyd et C. Fernyhough (Éds.), *Lev Vygotsky: Critical assessments: The zone of proximal development*, vol 3 (pp.132-142). Florence, KY: Routledge.
- Moss, E. (1992). The socioaffective context of joint cognitive activity, Dans L.T. Winegar et J. Valsiner (Éds.), *Children's development within social context vol.2: Research and Methodology* (pp. 117-154). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 117-154.
- O'Donoghue, J.D. (2002). Numeracy and mathematics. *Irish Mathematics Society Bulletin*, 47-55.
- Parent, S. & Caron, L. (2007). Les approches socioculturelles de l'intelligence. Dans S. Larivée (Éd.), *L'intelligence, tome 1. Les approches biocognitives, développementales et contemporaines* (pp. 251-274). Montréal : Éditions du renouveau pédagogique.
- Parent, S., Gosselin, C., & Moss, E. (2000). From mother-regulated to child-regulated joint planning activity: A look at familial adversity and attachment. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 447-470.
- Parent, S., & Moss, E. (1994). Différences interindividuelles dans l'étayage maternel des habiletés métacognitives. *Archives de Psychologie*, 62, 223-246.
- Parent, S., & Moss, E. (1995). L'influence de l'attachement mère-enfant et des habiletés verbales de l'enfant d'âge préscolaire sur l'étayage maternel dans une tâche de planification simple. *Enfance*, 317-335.
- Parent, S., Normandeau, S., St-Laurent, D., Caron, L., & Séguin, J.E. (2005). *Preschool predictors of early school-age number knowledge and the mediating role of mother-child interactions*. Communication présentée au congrès annuel de l'American Educational Research Association (AERA), Montréal (QC), Canada.

- Pratt, M.W., Green, D., MacVicar, J., & Bountrogianni, M. (1992). The mathematical parent: Parent scaffolding, parenting style and learning outcomes in long-division mathematics homework. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 13, 17-34.
- Resnick, L.B. (1983). A developmental theory of number understanding, Dans H.P. Ginsburg (Éd.), *The development of mathematical thinking* (pp. 109-151). New York: Academic Press.
- Resnick, L.B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, 44, 162-169.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York: Oxford University Press.
- Rogoff, B., Ellis, S., & Gardner, W. (1984). Adjustment of adult-child instruction according to child's age and task. *Developmental Psychology*, 20, 193-199.
- Santé Québec, Jetté, M., Desrosiers, H., & Tremblay, R.E. (1997). « En 2001...J'aurai 5 ans », *Enquête auprès des bébés de 5 mois : Rapport préliminaire de l'Étude longitudinale du développement des enfants du Québec (ÉLDEQ)*, Montréal, QC : Ministère de la Santé et des Services sociaux du Gouvernement du Québec.
- Saxe, G.B., & Posner, J. (1982). The development of numerical cognition: Cross-cultural Perspectives, Dans H.P. Ginsburg (Éd.), *The development of mathematical thinking* (pp. 291-317). New York: Academic Press.
- Saxe, G.B., Guberman, S.R., & Gearheart, M. (1987). Social processes in early number development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 52, (2, Serial No. 216).
- Szechter, L.E., & Liben, L.S. (2004). Parental guidance in preschoolers' understanding of spatial-graphic representations. *Child Development*, 75, 869-885.
- Sénéchal, M., LeFevre, J.-A., Hudson, E., & Lawson, E.P. (1996). Knowledge of storybooks as a predictor of young children's vocabulary. *Journal of Educational Psychology*, 88, 520-536.

- Sénéchal, M., LeFevre, J.-A., Thomas, E., & Daley, K. (1998). Differential effects of home literacy experiences on the development of oral and written language. *Reading Research Quarterly*, 32, 96-116.
- Siegler, R.S. (1991). In young children's counting procedures precede principles. *Educational Psychology Review*, 3, 127-135.
- Sigel, I. (1970). The distancing hypothesis: A causal hypothesis for the acquisition of representational thought, Dans M.R. Jones (Éd.), *Miami symposium on the prediction of behaviour, 1968: Effects of early experience* (pp.99-118) Coral Gables, FL: University of Miami Press.
- Sigel, I. (1998). Socialization of cognition: A family focus, Dans M. Lewis et C. Feiring (Éds.), *Families, risk, and competence* (pp.289-308). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 289-308.
- Sigel, I. (2002). The psychological distancing model: A study of the socialization of Cognition. *Culture & Psychology*, 8, 189-214.
- Sigel, I., Stinson, E., & Flaughner, J. (1999). Socialization of representational competence in the family: The distancing paradigm, Dans L. Okagaki et R.J. Sternberg (Éds.), *Directors of development: Influences on the development of children's thinking* (pp.121-144). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sinclair, A. (1988). La notation numérique chez l'enfant, Dans H. Sinclair (Éd.), *La production de notations chez le jeune enfant: langage, nombres, rythmes et mélodies* (pp.71-97). Paris : Presses Universitaires de France.
- Sinclair, A., Siegrist, F., & Sinclair, H. (1982). Young children's ideas about the written number system, Dans D. Rogers, et J.A. Sloboda (Éds.), *The acquisition of symbolic skills* (pp.535-542). New York: Plenum Press.
- Sinclair, A., & Sinclair, H. (1984). Preschool children's interpretation of written numbers. *Human Learning*, 3, 173-184.
- Starkey, P. (1992). The early development of numerical reasoning. *Cognition*, 43, 93-126.
- Starkey P., & Klein A. (2000). Fostering parental support for children's mathematical Development: An intervention with Head Start families. *Early Education and Development*, 11, 659-680.

- St-Laurent, D. (1999). *Le développement des habiletés de planification: une analyse comparative de trois perspectives théoriques et une évaluation empirique des processus socioculturels impliqués*. Thèse de doctorat non publiée, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada.
- St-Laurent, D., & Moss, E. (2003). Les habiletés de planification chez des enfants de cinq et sept ans. *Archives de Psychologie*, 70, 79-96.
- Tudge, J., & Doucet, F. (2004). Early mathematical experiences: observing young Black and White children's everyday activities, *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 21-39.
- Valsiner, J., & van der Veer, R. (1993). The encoding of distance: The concept of the zone of proximal development and its interpretations, Dans R. R. Cocking et K. A. Renninger (Éds.), *The development and meaning of psychological distance* (pp. 35-62). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*, Dans M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, E. Souberman (Éds.), Cambridge: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1985). Les bases épistémologiques de la psychologie, Dans B. Schneuwly et J.-P. Bronckart (Éds.), *Vygotsky aujourd'hui*, Neuchatel, Suisse : Delachaux et Niestlé, 25-38.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Westerman, M.A. (1990). Coordination of maternal directives with preschoolers' behaviour in compliance-problem and healthy dyads. *Developmental Psychology*, 26, 621-630.
- Wynn, K. (1992). Addition and soustraction by human infants. *Nature*, 356, 749-750.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1, 198-226.

DEUXIÈME ARTICLE

L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à la
collaboration mère-enfant en contexte de numération

L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à
la collaboration mère-enfant en contexte de numération

Lisbeth Caron¹², Sophie Parent¹, Sylvie Normandeau¹, Richard E. Tremblay²³⁴⁵
et Jean R. Séguin³⁵
Université de Montréal

Affiliations : ¹ École de psychoéducation, ² Département de psychologie, ³
Département de psychiatrie
⁴ Département de pédiatrie, ⁵ Centre de Recherche de l'Hôpital Ste-Justine, Montréal,
Québec, Canada

Article préparé pour soumission à la revue *Enfance*

Résumé

L'objectif de cette recherche est de préciser la contribution du climat affectif des interactions mère-enfant à la collaboration mère-enfant comme contexte d'apprentissage de la numération préscolaire. Un objectif secondaire consiste à examiner la contribution des compétences verbales de l'enfant et de la diversité de ses expériences conjointes avec les nombres, à ce même contexte d'apprentissage de la numération préscolaire. Pour ce faire, 192 enfants sont évalués à deux reprises. La première rencontre a eu lieu à 42 mois, afin d'évaluer leur niveau de compétences verbales à l'aide de l'Échelle de vocabulaire en images de Peabody (ÉVIP, Dunn, Thériault-Whalen & Dunn, 1993). La seconde rencontre a eu lieu à 48 mois, et avait pour but d'évaluer la collaboration mère-enfant dans le cadre de deux activités de numération et de recueillir les données concernant le réseau numéraire de l'enfant, à l'aide d'une entrevue structurée avec la mère. Le partage des responsabilités dyadiques entre la mère et l'enfant est codé à l'aide d'une grille adaptée de Parent et al. (2000). Les résultats révèlent que le climat affectif des interactions mère-enfant contribue à la collaboration-mère enfant en contexte de numération. Qui plus est, cette contribution se distingue de celle des compétences verbales de l'enfant et la diversité des activités conjointes en numération qu'il effectue à la maison. Ces résultats soulignent l'importance d'examiner le rôle des facteurs affectifs et motivationnels dans l'étude du développement de la numération en contexte de collaboration mère-enfant.

Mots clés : numération, interactions mère-enfant, climat affectif, compétences verbales de l'enfant, diversité des expériences conjointes de numération de l'enfant, éducation maternelle.

L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération

Les connaissances liées aux nombres occupent une place importante dans la société occidentale contemporaine, puisqu'elles permettent la participation à des activités économiques et technologiques de plus en plus complexes (Geary, 1994; 1995). En parallèle, les mathématiques sont présentement placées à l'avant plan de la scène scolaire, au même titre que l'alphabétisation (Ginsburg & Goldbeck, 2004). Devant cette importance accordée à la numération, plusieurs chercheurs ont tenté de mieux comprendre son développement. Leurs travaux montrent que ce processus long et complexe débute bien avant l'entrée à l'école (Baroody, 1987; Baroody & Dowker, 2003; Case, Griffin & Kelly, 2001; Dehaene, 1997). Les connaissances préscolaires en numération constitueraient ainsi les assises pour l'acquisition des mathématiques scolaires (voir Baroody & Dowker, 2003). Or, les enfants qui entrent à l'école maîtrisent les connaissances liées aux nombres à des niveaux très variables (Case et al., 2001; Starkey & Klein, 2000).

Dans le but de mieux comprendre les différences individuelles en numération observées lors de l'entrée à l'école et afin d'optimiser l'adaptation scolaire des enfants, quelques équipes de chercheurs inspirés de la théorie de Vygotsky (1934/1978; 1930/1985) ont entrepris d'examiner les contextes sociaux préscolaires de l'apprentissage de la numération (Benigno & Ellis, 2004; Bjorklund, Hubertz & Reubens, 2004; Fluck, 1995; Saxe, Guberman & Gearheart, 1987). Les activités mère-enfant qui font appel aux nombres constituent l'un de ces contextes (Tudge & Doucet, 2004). Règle générale, les recherches qui ont examiné ce contexte d'apprentissage révèlent que les différences au niveau de la nature, de la fréquence et de la diversité des activités de numération mère-enfant sont associées aux compétences ultérieures de l'enfant en numération (Huntsinger, Shaligram, Jose, Larson, & Krieg, 2000; LeFevre,

Clarke & Stringer, 2002; Saxe et al., 1987; Starkey & Klein, 2000; Starkey, Klein & Wakeley, 2004).

Très peu d'études toutefois ont tenté d'éclaircir les sources d'influence sur la qualité des interactions mère-enfant lors de ces activités de numération. Sauf exceptions, les principaux facteurs explorés (par exemple, le SSE) sont extérieurs à la dynamique relationnelle mère-enfant ou à l'enfant. En particulier, la contribution de la qualité affective des situations de numération mère-enfant au développement des compétences de l'enfant liées aux nombres est méconnue. Selon Ginsburg et Asmussen (1988), l'étude de la transmission sociale des compétences en numération demeurerait ainsi lacunaire, froide et incapable d'expliquer l'ensemble des phénomènes observés au sein des situations de numération mère-enfant. Ces auteurs suggèrent que les compétences en numération interagissent de façon complexe avec l'affectivité et avec certaines caractéristiques intrapersonnelles de l'enfant telles que le style cognitif et la motivation. Dans cet esprit, la présente recherche a pour objectif de préciser comment le climat affectif des interactions mère-enfant en contexte de numération contribue à l'établissement d'un patron collaboratif qui favorise l'apprentissage de la numération chez l'enfant. Un objectif secondaire consiste à examiner deux caractéristiques de l'enfant dont l'importance pour le développement de la numération a déjà été démontrée (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Christian, Morrison & Bryant, 1998; Huntsinger et al., 2000; Jordan, 2000; Parent, Montésinos-Gelet, Séguin, Zelazo, & Tremblay, 2006; Starkey & Klein, 2000; Starkey et al., 2004) : les compétences verbales de l'enfant et la diversité des activités de numération conjointes qu'il effectue à la maison. Cet examen permettra de mieux cerner la contribution unique du climat affectif aux situations de numération mère-enfant tout précisant la contribution de ces deux variables.

Pour ce faire, la collaboration mère-enfant est examinée sous l'angle du partage entre les partenaires des responsabilités nécessaires pour la réussite de la tâche. Cet angle d'analyse met l'accent sur le caractère dyadique de la collaboration mère-enfant, reconnaissant l'importance de la participation active de la mère *et* de l'enfant (Rogoff, 1990). Il se distingue d'un examen des interactions mère-enfant inspiré du concept d'étayage maternel (Wood, Bruner & Ross, 1976) où l'accent est mis sur le rôle de l'adulte alors que la contribution de l'enfant aux échanges dyadiques est très peu explorée. Finalement, cet angle d'analyse des interactions cognitives mère-enfant a déjà montré sa pertinence (Benigno & Ellis, 2004; Caron, Parent, Normandeau, Tremblay & Séguin, 2008; Freund, 1990; Gauvain, de la Ossa & Hurtado-Ortiz, 2001; Kermani & Brenner, 2000; Pelligrini, McGillicuddy-DeLisi, Sigel & Brody, 1986; St-Laurent & Moss, 2003; Parent, Gosselin & Moss, 2000; Parent & Moss, 1994; 1995) : il permet de clarifier les stratégies mises en place par les mères afin d'étayer l'apprentissage d'une compétence cognitive, tout en offrant un aperçu de la maîtrise de cette compétence par l'enfant, par le biais de l'examen de son niveau de participation à l'activité.

Climat affectif des interactions mère-enfant

Les caractéristiques de l'étayage maternel qui facilitent la collaboration avec l'enfant lors d'activités cognitives conjointes, créant ainsi un climat favorable à l'apprentissage, sont bien documentées. Par exemple, l'ajustement aux compétences de l'enfant et son inclusion en tant que participant actif dans l'activité engendrerait une collaboration dyadique qui favorise le transfert des responsabilités reliées à la tâche et qui encourage par ricochet l'émergence des habiletés cognitives de l'enfant (Bjorklund et al., 2004; Saxe et al., 1987; St-Laurent & Moss, 2003; Westerman, 1990). Par ailleurs, l'importance de l'affectivité au sein des interactions mère-enfant visant l'apprentissage est de plus en plus reconnue (de Ruiter et van Ijzendoorn, 1993; Meadows, 1996; O'Connor & McCartney, 2007; Parent et al., 2000; Parent & Moss,

1995; Sonnenschein & Munsterman, 2002). Ainsi, le maintien d'un climat affectif harmonieux, l'enthousiasme à l'égard des stratégies transmises, les attributions de compétence et le soutien aux besoins affectifs de l'enfant constitueraient des caractéristiques essentielles à un étayage maternel « de bonne qualité » et pourraient être conçues comme des mécanismes centraux du développement cognitif (Caron al., 2008; Diaz, Neal & Vachio, 1991; Ellis, 1997; Meins, Fernyhough, Russell & Clark-Carter, 1998; Morrison, Rimm-Kauffman & Pianta, 2003; Neitzel & Stright, 2003; Parent & Moss, 1995; Pianta & Harbers, 1996; Stright, Neitzel, Sears & Hoke-Sinex, 2001).

Au niveau empirique, Diaz et ses collègues (1991) ont observé que les évaluations affectives positives procurées par les mères lors d'une activité cognitive conjointe constituaient le seul comportement maternel associé aux différences individuelles dans la performance autonome ultérieure des enfants. Ces auteurs suggèrent que ces évaluations affectives étayent le sentiment de compétence des enfants, qui se sentent plus confiants pour accomplir les responsabilités qui leur sont léguées, d'abord sous la supervision maternelle, puis de façon autonome. Les résultats de Stright et ses collègues (2001) vont dans la même direction: les enfants qui reçoivent un soutien affectif de leur parent lors d'une tâche de résolution de problème utilisent davantage leurs compétences métacognitives en contexte scolaire (évaluent leur rendement, planifient une tâche avant de l'exécuter). Qui plus est, les enfants qui reçoivent un étayage métacognitif de leur parent, mais qui ne reçoivent pas en parallèle un soutien affectif, font moins appel à leurs compétences métacognitives en contexte scolaire. Enfin, lors d'une tâche de planification conjointe, Parent et Moss (1995) observent que le style d'interaction des dyades dont l'attachement est insécurisant reflète une plus grande préoccupation pour le respect des règles et une place moins grande accordée à l'aspect ludique de l'activité, engendrant un climat

affectif tendu. Ces mères gardent davantage le contrôle sur la tâche, laissant peu de place à l'autonomie de l'enfant (voir aussi Moss et al., 1993 et Parent et al., 2000).

Bien qu'elles appuient l'importance de l'affectivité au sein des situations d'apprentissage parent-enfant, ces recherches n'ont pas examiné la relation entre le climat affectif de l'interaction et l'établissement d'un patron collaboratif qui facilite la participation de l'enfant. Puisqu'il encourage la participation de l'enfant à l'activité, et par ricochet les occasions d'apprentissage, le climat affectif pourrait constituer l'un des principes centraux de l'apprentissage en contexte social. Ainsi, la présente étude vise à préciser les relations entre le climat affectif des interactions de numération mère-enfant, c'est-à-dire le degré d'harmonie, de plaisir et de coopération qui les caractérisent, et les comportements de collaboration en contexte de numération, soit la participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations de résolution de la tâche.

Compétences verbales de l'enfant

Piagétien et vygotskiens postulent depuis longtemps que l'enfant est un participant actif à son développement cognitif (Case et al., 2001; Larivée, Normandeau & Parent, 2000; Lemétayer, 2001; Rogoff, 2003): il initie régulièrement des activités conjointes qui alimentent son développement cognitif (Rogoff, 1990; 2003), incluant des activités reliées aux nombres (Seo & Ginsburg, 2004; Walkerdine, 1988). Dans ce contexte, la collaboration mère-enfant dépend non seulement de l'aptitude de la mère à reconnaître et à répondre aux besoins de l'enfant, mais aussi des capacités de l'enfant à saisir les comportements attendus, les directives reliées à la tâche et à y répondre (Cole, 1999; Meadows, 1996; Stright et al., 2001). Chez l'enfant, un niveau élevé de compétences verbales permettrait d'établir une communication fluide facilitant la coordination des intérêts et des perspectives des partenaires de

façon à créer un climat harmonieux, propice à l'acquisition de nouvelles habiletés cognitives (Parent & Moss, 1995). Entre autres, le niveau de compréhension verbale de l'enfant serait associé à l'encadrement procuré par la mère lors d'une activité cognitive conjointe. En effet, les mères tendent à inclure davantage les enfants dont la compréhension verbale est élevée dans les opérations de gestion de l'activité (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994; 1995), ce qui leur permettrait en retour de devancer leurs pairs dans l'acquisition d'habiletés cognitives et métacognitives complexes. De leur côté, les mères d'enfants dont la compréhension verbale est moins élevée s'impliqueraient de façon plus importante lors de la réalisation d'une activité cognitive conjointe: leurs directives sont plus précises, elles donnent plus souvent la réponse à leur enfant et supervisent étroitement même les aspects les plus simples de l'activité (McGillicuddy-DeLisi, DeLisi, Flaughner, & Sigel, 1987; Moss, 1986; 1990; 1992; Parent & Moss, 1994; 1995; Pelligrini et al., 1986; Wertsch & Sammarco, 1987).

Par ailleurs, les compétences verbales de l'enfant ont été régulièrement associées au rendement en mathématiques au primaire et au secondaire (Christian et al., 1998; Jordan, 2000). La compréhension verbale est la compétence verbale la plus fréquemment associée aux succès en mathématiques, et cette association remonterait à la période préscolaire (Jordan, 2000; Jordan, & Rutgers, 1995; Pappas, Ginsburg & Jiang, 2003). De fait, les travaux de Jordan (2000; Jordan & Rutgers, 1995) indiquent que les enfants de maternelle et de première année qui présentent une meilleure compréhension verbale surpassent les enfants pour qui la compréhension verbale est difficile dans la résolution des problèmes de mathématiques présentés oralement. Or, la performance des deux groupes d'enfants aux mêmes tâches présentées de façon non-verbale est équivalente. Les enfants pour qui la compréhension verbale est problématique sembleraient donc éprouver de la difficulté à utiliser adéquatement leurs connaissances numériques lorsque la tâche de numération est de nature verbale, ce qui est souvent le cas des tâches de numération mère-enfant.

Par conséquent, on peut se demander si en contexte de collaboration mère-enfant, une compréhension verbale limitée pourrait nécessiter un encadrement maternel plus directif et occasionner une participation réduite de l'enfant aux opérations plus complexes de la tâche, lesquelles seraient réservées aux enfants à l'aise avec les consignes verbales (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994; 1995). Dans ce contexte, une bonne compréhension verbale permettrait à l'enfant de retirer le maximum de sa collaboration avec sa mère, optimisant ainsi ses opportunités d'apprentissages liés aux nombres. Les résultats de Parent et Moss (1995) incitent cependant à nuancer cette hypothèse. Ces auteures ont en effet constaté que la participation aux opérations plus complexes de la tâche par les enfants qui présentent un vocabulaire réceptif étendu s'observe uniquement chez les dyades caractérisées par un attachement sécurisant. Il semble donc qu'en contexte de collaboration mère-enfant, les caractéristiques cognitives et affectives des partenaires interagissent pour produire le patron collaboratif observé. La présence d'une telle interaction pour la collaboration mère-enfant dans les tâches de numération demeure à confirmer. À l'instar de Parent et Moss, ce sont les compétences verbales réceptives de l'enfant qui sont examinées en interaction avec le climat affectif de la collaboration.

Diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant

Plusieurs travaux ont montré que les enfants d'âge préscolaire qui s'engagent dans une plus grande variété d'activités de numération seul ou avec un partenaire présentent de meilleures connaissances liées aux nombres que leurs pairs qui s'adonnent moins à ce genre d'activités (Blevins-Knabe & Musun-Miller, 1996; Huntsinger et al., 2000; Starkey & Klein, 2000; Starkey et al., 2004). Parallèlement, les tenants de l'approche socioculturelle du développement cognitif postulent que lorsqu'il effectue une activité cognitive en collaboration, l'enfant acquiert non seulement des compétences spécifiques reliées à la tâche, mais aussi des stratégies métacognitives de résolution de problème et de régulation cognitive, un sentiment de

compétence relié à la tâche et à l'apprentissage en général et de l'information sur le rôle des partenaires et leurs responsabilités dans l'activité (Cole, 1999; Rogoff, Mistry, Göncü & Mosier, 1993). Les interactions cognitives fourniraient ainsi des outils qui favorisent l'orientation à l'apprentissage et la collaboration cognitive, permettant à l'enfant de retirer le maximum des situations d'apprentissage conjointes (Neitzel & Stright, 2003). Les travaux de Pellegrini (Pellegrini & Galda, 2001; Pellegrini, Galda, Shockley, & Stahl, 1995; Pellegrini, Melhuish, Jones, Trojanowska & Gilden, 2002) et de Parent et al. (2006) appuient cette position dans le domaine de la littératie. Les travaux de Pellegrini et ses collaborateurs montrent que la diversité des activités de lecture et d'écriture conjointes effectuées à la maison sont associées à la qualité de la collaboration entre l'enfant, son enseignant et ses pairs en contexte de lecture et d'écriture à l'école. Les résultats de Parent et al. (2006) confirment ceux de Pellegrini dans le contexte de la littératie émergente au préscolaire. Les enfants qui effectuent une grande variété d'activités littéraires avec les différents membres de leur famille présentent des caractéristiques qui contribuent à promouvoir une collaboration optimale : ils se « décentrent » plus facilement de leur perspective pour être à l'écoute de celle du partenaire et s'impliquent dans une plus grande diversité d'activités littéraires avec des partenaires variés, comparativement à leurs pairs qui effectuent moins d'activités littéraires conjointes à la maison. En ce qui concerne l'apprentissage de la numération, on peut se demander si les enfants qui effectuent une grande variété d'activités de numération conjointes sont mieux outillés pour collaborer dans ce contexte.

On peut ainsi se demander si la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant modifie sa participation aux activités mère-enfant reliées à la numération : par exemple, l'enfant qui effectue une variété d'activités de numération conjointes s'implique-t-il davantage dans les opérations plus complexes de l'activité? Est-il en mesure de contribuer davantage à la gestion de l'activité? À notre

connaissance, aucune recherche n'a tenté de répondre à ces questions. Leur éclaircissement permettrait de préciser si l'expérience par l'enfant d'une plus grande diversité d'activités conjointes de numération favorise sa participation cognitive dans une activité de numération mère-enfant. Cet éclaircissement permettrait en outre de différencier les contributions respectives de cette variable et du climat affectif des interactions mère-enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération.

L'observation de la collaboration mère-enfant en contexte de numération

La collaboration entre la mère et son enfant d'âge préscolaire est examinée dans le contexte de deux activités sollicitant différentes compétences en numération: une série de points numérotés à relier pour former un dessin et un jeu d'association nombre-image. Afin d'identifier l'unité d'analyse appropriée à l'observation de la collaboration mère-enfant dans plusieurs activités de numération, la grille d'observation développée s'appuie sur un modèle fonctionnel de la tâche qui définit les différentes opérations nécessaires à leur réussite.

Modèle de la tâche. Le modèle de la tâche utilisé pour la présente étude s'inspire de nos travaux antérieurs (Caron et al., sous-presse; Parent et al., 2000) et d'autres auteurs (Freund, 1990; Saxe et al., 1987; Sigel, 1998, 2002; St-Laurent, 1999). Trois types d'opérations nécessaires à la réussite des tâches et associées à des niveaux de compétences distincts en planification et en numération ont été définis. (1) La définition du sous-but réfère à la planification des comportements à effectuer pour réussir la prochaine sous-partie de la tâche. Elle requiert une bonne compréhension de la tâche et fait intervenir des compétences numériques avancées. (2) L'exécution du sous-but concerne la réalisation d'une sous-partie de l'activité et fait appel à une planification « dans l'action ». Les connaissances numériques sollicitées sont moins avancées que celles requises pour effectuer les opérations de définition du sous-but.

(3) Le monitoring de la progression constitue une évaluation affective de la progression de la dyade dans l'activité, sollicitant peu les capacités de planification et les compétences en numération. Le partage des responsabilités entre la mère et l'enfant est examiné pour ces trois types d'opérations. Nos travaux antérieurs montrent que dans les tâches de numération utilisées pour la présente étude, les enfants de quatre ans sont en voie de maîtriser les compétences sollicitées par l'exécution du sous-but, puisqu'ils les effectuent de façon autonome ou avec un soutien minimal de leur mère. Les compétences liées au monitoring de la progression sont plutôt exécutées conjointement par la mère et l'enfant. Enfin, les enfants commencent tout juste à participer à la définition du sous-but, qui demeure en majeure partie sous la responsabilité maternelle (Caron et al., sous-pressé).

Objectifs de recherche et hypothèses

La présente recherche a pour objectif d'examiner la contribution du climat affectif des interactions mère-enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. Un objectif secondaire consiste à examiner la contribution des compétences verbales de l'enfant et de la diversité des activités conjointes de numération qu'il effectue à la maison, afin de préciser la contribution unique du climat affectif des interactions mère-enfant. Quatre hypothèses subdivisées en sous-hypothèses sont formulées.

1) Climat affectif des interactions mère-enfant. (1) En accord avec la littérature (de Ruiter & van Ijzendoorn, 1993; Parent et al. 2000; Parent & Moss, 1995), il est attendu que de façon générale, un climat affectif harmonieux favorise une plus grande participation de l'enfant aux trois types d'opérations de la tâche. (1a) Plus spécifiquement, l'effet serait plus marqué aux opérations de monitoring de la progression, en raison de leur fonction affective (Caron et al., sous-pressé). (1b) En parallèle, il est attendu qu'un climat affectif harmonieux soit associé à une

participation plus importante de la mère aux opérations de monitoring de la progression. La participation de la mère à ces opérations est en effet vue comme un soutien affectif, sous forme de renforcements positifs et d'encouragements à rester centré sur la tâche (Diaz et al., 1991; Meins et al., 1998). La participation accrue de la mère et de l'enfant aux opérations à fonction affective (monitorage de la progression) témoignerait ainsi de leur engagement affectif et de leur plaisir à effectuer la tâche ensemble. (1c) À l'instar des observations de Parent et Moss (1995) pour des dyades mère-enfant dont l'attachement est insécurisant, nous postulons que chez les dyades où le climat affectif est tendu, la mère participera davantage aux opérations plus simples d'exécution du sous-but que l'enfant pourrait effectuer de façon autonome (une forme de sur-contrôle).

2) *Compétences verbales de l'enfant.* (2) Il est attendu que les enfants plus compétents verbalement participeront davantage, de façon globale, à l'ensemble des opérations de la tâche. (2a) Cependant, à la différence du climat affectif, cette participation accrue devrait s'observer surtout pour les opérations plus complexes de définition du sous-but qui sollicitent des compétences verbales plus avancées (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994). (2b) D'autre part, de concert avec les travaux de Moss (1986; 1990; 1992; Parent & Moss, 1994; 1995) et de Wertsch et Sammarco (1987), il est attendu qu'en contexte de numération mère-enfant, les mères d'enfants moins compétents verbalement s'impliqueront davantage dans les opérations les plus simples, soit les opérations d'exécution du sous-but.

3) *Diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant.* (3) En lien avec les travaux de Pellegrini (Pellegrini et al., 1995; Pellegrini & Galda, 2001; Pellegrini et al., 2002), il est attendu que la collaboration mère-enfant en contexte de numération varie en fonction de la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant. (3a) Plus précisément, chez les dyades où l'enfant effectue une plus grande diversité

d'activités conjointes impliquant les nombres, une plus grande participation de l'enfant dans les trois types d'opération de la tâche est attendue. (3b) Cependant, à la différence du climat affectif, l'effet devrait être plus marqué pour les opérations cognitives les plus complexes (définition des sous-buts) étant donné que les enfants de ces dyades sont davantage expérimentés dans la réalisation de tâches de numération. (3c) Dans un autre ordre d'idées, nous postulons que les mères des enfants qui participent à une diversité plus restreinte d'activités de numération conjointes exerceront davantage de contrôle sur la résolution de la tâche en s'impliquant davantage dans les opérations d'exécution du sous-but.

4) Effet d'interaction. (4) À l'instar de Parent et Moss (1995), un effet d'interaction est anticipé entre le climat affectif et les compétences verbales de l'enfant. (4a) Plus spécifiquement, la participation accrue de l'enfant qui possède de bonnes compétences verbales aux opérations plus complexes (définition du sous-but) devrait s'observer surtout chez les dyades où règne un climat affectif positif. (4b) De même, la participation accrue de l'enfant qui possède des compétences verbales plus limitées aux opérations plus simples (exécution du sous-but) devrait s'observer surtout chez les dyades où règne un climat affectif positif. (4c) Il est enfin attendu que les opérations liées au monitoring de la progression feront exception à cet effet d'interaction, puisqu'elles ont une fonction davantage affective.

Autres sources de différences individuelles

Le niveau d'éducation de la mère est une variable qui est régulièrement associée aux compétences cognitives de l'enfant et à la qualité de l'encadrement maternel lors d'activités cognitives conjointes (Fidalgo & Peireira, 2005; Mendoza, 1995; Saxe et al., 1987; Wertsch, 1984). Cette variable sera donc contrôlée, en raison de son influence potentielle sur la collaboration mère-enfant en contexte de numération.

Méthode

Participants et procédure

Les participants proviennent d'une étude plus vaste, l'Étude longitudinale et expérimentale sur le développement des enfants du Québec (ÉLEDEQ – Santé Québec, 1997). En 1996, mille enfants de la région de Québec ou de Montréal ont été sélectionnés de façon aléatoire dans les registres de naissances du Ministère de la Santé et des Services Sociaux pour participer à cette étude. Les familles ont reçu une lettre leur expliquant l'étude, suivie d'un appel téléphonique. Cinq cent soixante-douze mères ont accepté de participer à la première collecte de données, alors que leur enfant était âgé de cinq mois. Elles ont ensuite participé à des évaluations effectuées à domicile, par téléphone, ou en laboratoire à 17, 30, 42, 48, 60, 72, 84 et 96 mois. Seules les évaluations pertinentes à la présente étude, soit celles de 42 et de 48 mois, sont présentées.

Le vocabulaire réceptif de 378 enfants a été évalué lors d'une visite à domicile à 42 mois. À 48 mois, 283 dyades mère-enfant francophones de la région de Montréal ont été invitées à participer à une série de tâches filmées en laboratoire, incluant deux activités de numération conjointes et une entrevue maternelle évaluant la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant. Cent quatre-vingt-quatorze mères ont accepté l'invitation. Deux dyades n'ont pas été retenues pour les analyses statistiques : la première, parce que la mère et l'enfant parlaient espagnol lors des activités de numération conjointes et la deuxième en raison du refus de participation de l'enfant aux activités de numération conjointes. L'échantillon final est composé de 192 dyades mère-enfant (100 filles, 92 garçons), dont l'enfant est âgé entre 46 et 51 mois (âge moyen = 48 mois). Ces dyades représentent une population urbaine, majoritairement québécoise francophone, de statut socio-économique varié (Santé Québec, 1997). Douze pourcent des familles ont un revenu annuel inférieur à 20 000\$ (CAN) et 10,4% des familles sont monoparentales.

Mesures

Activités de numération mère-enfant

Deux activités de numération ont été proposées aux dyades mère-enfant au moment de la visite en laboratoire à 48 mois (un dessin à numéros et un jeu d'association nombre-image). Les activités sélectionnées sont d'un niveau de difficulté suffisamment élevé pour que l'enfant nécessite l'aide de sa mère afin de les réussir. Après avoir expliqué la tâche, l'expérimentatrice mentionne à la mère qu'elle peut aider son enfant comme elle le ferait à la maison, puis elle laisse la dyade seule. Aucune limite de temps n'est imposée et l'ordre dans lequel les activités de numération sont effectuées est contrebalancé. Les interactions ont été filmées sur bandes vidéo par une caméra installée discrètement dans un coin de la pièce et contrôlée à distance.

Dessin à numéros. Cette activité consiste à relier une série de nombres pour former un dessin. Elle fait intervenir la reconnaissance des nombres écrits et leur position dans la séquence invariable des nombres. Elle sollicite aussi des habiletés visuo-motrices reliées au tracé des lignes d'un nombre à l'autre avec le crayon. Trois dessins à numéros d'un niveau de difficulté équivalent (20, 22 et 25 points numérotés) sont présentés à l'enfant qui choisit son favori (Annexe A). Ces dessins sont difficilement identifiables avant que les nombres soient reliés, de telle sorte que l'enfant ne peut déterminer la séquence des points à relier sans identifier les nombres.

Association nombre-image. Le jeu choisi, *Mystéro* (Lyons & Lyons, 1999), propose 40 planches qui comportent neuf cases. Huit de ces cases contiennent des indices évoquant les nombres de 1 à 9. Neuf pièces cartonnées représentant les nombres de 1 à 9 doivent être associées à chacune de ces huit cases. La neuvième case contient un point d'interrogation et correspond au «Nombre mystère», soit le nombre qui reste une fois que les huit indices ont été jumelés au nombre correspondant. Dans la présente étude, les deux premières planches de *Mystéro* sont proposées aux dyades. Quatre principaux types d'indices évoquant les nombres se retrouvent sur ces deux

planches: (1) des représentations socioculturelles des nombres (par exemple : la paire de doigts évoque le « 2 »; l'As de trèfle le « 1 »), (2) des ensembles d'objets à compter (par exemple : huit poires), (3) un nombre écrit dans une calligraphie différente (par exemple : 9 et 9), (4) des indices ambigus qui demandent aux partenaires de négocier leur interprétation pour les résoudre (par exemple : un carré unique peut correspondre au « 1 » ou au « 4 » puisqu'il a quatre coins) (Annexe B) . Afin de réduire l'ambiguïté de la tâche, l'expérimentatrice démontrait à la dyade la résolution d'un indice sur chaque planche de jeu. Lorsqu'elle quittait la mère et l'enfant, il leur restait 7 indices élucider par planche de jeu.

Codage de la collaboration mère-enfant

Deux juges entraînés ont codé la collaboration mère-enfant et le climat affectif de cette collaboration à partir des bandes vidéo des dyades. La collaboration mère-enfant est évaluée à l'aide d'une grille conçue pour examiner la participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations nécessaires à la réussite des deux tâches de numération. La stratégie de codage, inspirée des travaux de Parent et al. (2000; Caron et al., sous-presse), se base sur une division des comportements par événement plutôt que par intervalle temporel ce qui assure une division plus naturelle des comportements (Bakeman & Gottman, 1981). Suite à un examen approfondi des deux tâches de numération, les opérations effectuées par les dyades pour compléter les tâches sont identifiées en tant qu'événements-cibles constituant les unités de codage. La tâche des juges consiste à repérer ces événements-cibles au cours des interactions mère-enfant et à leur assigner un code représentant la participation des partenaires. Cette stratégie de classification croisée permet de conserver la correspondance entre le type d'événement-cible (les opérations) et la participation des partenaires à ces événements-cibles.

Événements-cibles. Les événements-cibles correspondent aux opérations requises pour réussir les activités de numération et qui ont été effectivement observées

dans le répertoire comportemental des dyades de l'échantillon à une fréquence suffisamment élevée pour permettre leur examen (voir Caron et al., 2008). Ces événements-cibles sont regroupés selon les trois types d'opérations décrits plus tôt dans le modèle de la tâche.

(1) La définition du sous-but réfère à la planification des sous-buts de l'activité (par exemple : [Dessin]: « Il faut se diriger vers le « 4 »). Pour le dessin à numéros, la définition du sous-but réfère à l'identification du prochain nombre vers lequel tracer la ligne au crayon. Dépendamment du dessin choisi par l'enfant, la dyade doit exécuter 20, 22 ou 25 sous-buts. Afin d'uniformiser les données, seuls les 20 premiers sous-buts sont considérés dans les analyses statistiques. Mystéro comprend deux opérations de définition du sous-but : a) identifier/sélectionner le prochain indice à déchiffrer sur la carte; b) identifier/sélectionner le nombre à repérer parmi les pièces cartonnées. Au total Mystéro comprend 28 sous-buts : 7 indices * deux sous-buts par indice * 2 planches de jeu.

(2) L'exécution du sous-but réfère à la réalisation du sous-but défini au préalable (par exemple : [Mystéro] : l'enfant compte les doigts d'une main illustrée sur l'un des indices). Pour le dessin à numéros, l'exécution du sous-but englobe toutes les actions associées au tracé d'une ligne reliant deux nombres, y compris l'encadrement et la supervision de cette opération. Selon le dessin choisi par l'enfant, la dyade effectue 20, 22 ou 25 sous-buts, mais seuls les 20 premiers sont considérés dans les analyses statistiques. Pour Mystéro, la dyade doit réaliser les deux sous-buts pour chaque indice : a) compter ou reconnaître les indices illustrés évoquant les nombres; b) trouver le nombre correspondant à l'indice. Mystéro comprend donc 28 exécutions du sous-but: 7 indices * 2 exécutions par indice * 2 planches de jeu.

(3) Le monitoring de la progression comprend deux événements-cibles, soit l'évaluation globale en fin d'activité (par exemple: [Mystéro]: «On a trouvé tous les

nombre; le Nombre mystère c'est quoi?») et les évaluations locales, qui renvoient à l'évaluation de l'exécution du sous-but (par exemple : [Dessin] la mère vérifie si la ligne entre le 3 et le 4 est droite : « Bravo, tu t'es rendu au 4! »). Le dessin comprend 21 monitorages de la progression (une évaluation globale et 20 évaluations locales). Mystéro comprend 16 monitorages de la progression (une évaluation globale * 2 planches de jeu + 7 évaluations locales * 2 planches de jeu).

Participation des partenaires. Pour chaque événement-cible, deux codes reflétant la collaboration mère-enfant sont attribués à la dyade: le premier reflète la participation de l'enfant et le deuxième reflète la participation de la mère. Ces codes correspondent à cinq niveaux de participation mutuellement exclusifs : 1) non-participation; 2) observation attentive; 3) rétroaction au partenaire; 4) participation à l'exécution; 5) participation à la régulation dyadique (voir l'annexe C)⁵. Les accords inter-juges calculés pour ces cinq niveaux de participation sur 20% des bandes vidéo (40 dyades) varient de 86% à 95% pour le dessin à numéros et de 83% à 95% pour Mystéro.

Pour la présente étude, seules les fréquences d'observation de la participation à l'exécution (code 3) et à la régulation dyadique (code 4) sont retenues pour calculer différents indicateurs de la collaboration mère-enfant (cf. : seuls les codes 3 et 4 constituent des indicateurs de la participation *active* du partenaire). Pour chaque tâche, six indicateurs sont calculés. Trois indicateurs réfèrent à la participation de l'enfant : (1) participation à la définition des sous-buts, (2) participation à l'exécutions des sous-buts et (3) participation aux monitorages de la progression. Trois autres indicateurs réfèrent à la participation de la mère : (1) participation à la définition des sous-buts,

⁵ Des détails supplémentaires sur la grille d'évaluation de la collaboration dyadique peuvent être obtenus auprès des auteurs.

(2) participation à l'exécution des sous-buts et (3) participation aux monitorages de la progression. Pour chaque type d'opération, l'indicateur correspond à la fréquence de participation du partenaire à l'exécution ou à la régulation dyadique divisée par le nombre d'événements-cibles. La proportion qui en résulte reflète le degré de participation du partenaire à chacun des types d'opération. Par exemple, un enfant qui effectue 12 participations à l'exécution (code 3) et six participations à la régulation dyadique (code 4) sur les 20 événements-cibles de définition du sous-but dans le dessin à numéros obtient un score de 0,90 $[(12 + 6) / 20]$ pour sa participation aux opérations de définition des sous-buts dans cette tâche. Les moyennes varient entre 0,18 et 0,87 et les écarts-types varient entre 0,14 et 0,18. Toutes ces variables sont normalement distribuées à l'exception de la participation de l'enfant à la définition des sous-buts et à l'exécution des sous-buts, qui sont légèrement asymétriques.

Les tests-t pairés effectués afin de comparer la participation de la mère et de l'enfant au dessin à numéros et à Mystéro indiquent qu'il n'y a pas de différence dans les proportions de participation en fonction de l'activité ($p > 0,1$), et ce, pour les trois types d'opérations. Par conséquent les proportions moyennes de participation dans les deux activités sont utilisées dans les analyses statistiques. En somme, pour chaque dyade, six scores sont entrés dans les analyses: (1) la proportion de participation de l'enfant aux opérations de définition du sous-but, (2) aux opérations d'exécution du sous-but et (3) aux opérations de monitoring de la progression, (4) la proportion de participation de la mère aux opérations de définition du sous-but, (5) aux opérations d'exécution du sous-but et (6) aux opérations de monitoring de la progression. Les moyennes et les écarts-types de ces scores sont présentés au tableau 1.

Climat affectif des interactions mère-enfant

Le climat affectif est codé à l'aide d'une échelle de type Likert en neuf points, inspirée des travaux de Oppenheim et ses collaborateurs (Oppenheim, Emde & Warren, 1997; Oppenheim & Waters, 1995). Cette échelle évalue la qualité de la

Tableau 1

Moyennes et écarts-types pour les proportions de participation de la mère et de l'enfant aux différents types d'opérations, pour les scores de diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, pour les scores de climat affectif des interactions mère-enfant et pour le vocabulaire réceptif de l'enfant

| Variables ^a | Opération | Moyenne | Écart-type |
|---|---------------------------------|---------|------------|
| Participation de l'enfant (tâches combinées) | Définition du sous-but | 0,18 | 0,17 |
| | Exécution du sous-but | 0,87 | 0,15 |
| | Monitoring de la progression | 0,29 | 0,18 |
| Participation de la mère (tâches combinées) | Définition du sous-but | 0,67 | 0,17 |
| | Exécution du sous-but | 0,47 | 0,18 |
| | Monitoring de la progression | 0,58 | 0,17 |
| Climat affectif (tâches combinées) | | 6,42 | 1,85 |
| Diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant | | 6,44 | 4,07 |
| Score z à l'ÉVIP | | 0,07 | 1,06 |

^a ÉVIP : Échelle de vocabulaire en images de Peabody.

solidarité entre la mère et l'enfant, leur habileté à partager ce qu'ils vivent et à coopérer. Elle évalue également le degré d'appréciation mutuelle des partenaires et le niveau de plaisir qu'ils semblent éprouver à faire la tâche ensemble. Un score élevé est donné aux dyades dont l'affect est positif (plaisir, joie) et qui peuvent coopérer, partager et travailler ensemble. Un score faible est donné aux dyades dont l'affect est caractérisé par la tension, l'hostilité, l'isolement et l'aliénation et qui ne semblent pas capables de partager et de travailler ensemble. Après avoir codé la collaboration mère-enfant à la première activité de numération, le juge visionne une seconde fois la bande vidéo afin d'évaluer le climat affectif global des interactions entre les partenaires. Cette procédure est répétée pour la deuxième activité de numération. Un score de 1 à 9 reflétant la qualité du climat affectif est accordé pour chaque tâche. L'accord inter-juge calculé sur 40 bandes vidéo (20%) varie entre 85% et 99%.

Un score global correspondant à la moyenne du climat affectif des deux activités a été calculé (corrélation entre les deux tâches : $r = 0,64$, $p < 0,001$). Pour les fins des analyses statistiques, deux groupes sont créés sur la base de ce score global : les dyades qui obtiennent un score supérieur ou égal à sept composent le groupe à « climat affectif harmonieux », et reçoivent un score de 1 ($N = 108$). Un score de sept signifie que la mère et l'enfant partagent l'expérience de la tâche et qu'ils se comprennent l'un l'autre. Le contexte général en est un de coopération et de solidarité, c'est-à-dire qu'il peut parfois arriver qu'un des partenaires dévie du thème principal dont il parle mais que l'autre l'y ramène. Les dyades qui obtiennent un score inférieur à sept composent le groupe à « climat affectif tendu » et reçoivent un score de 0 ($N = 84$). Le choix de ce point de coupure s'appuie sur trois éléments : 1) les descriptifs de l'échelle (voir le descriptif qui précède); 2) la distribution de la variable (notamment, la fréquence très élevée de scores de 7 et plus); et 3) la nature de sa relation à la VD (relation linéaire).

Vocabulaire réceptif de l'enfant

Les compétences verbales de l'enfant sont mesurées à 42 mois⁶ à l'aide de l'Échelle de vocabulaire en images Peabody (ÉVIP, Dunn, Thériault-Whalen & Dunn, 1993), qui est la version française du Peabody Picture Vocabulary Test-Revised (Dunn & Dunn, 1981). L'ÉVIP mesure le vocabulaire réceptif des enfants de deux ans et plus et fournit un score dérivé fortement corrélé à des mesures de capacités cognitives générales (Dunn et al., 1993). Puisque les normes de l'ÉVIP ont été obtenues à partir d'un échantillon comportant une forte proportion d'enfants francophones résidant à l'extérieur du Québec, les scores standardisés n'ont pas été utilisés. Un score de vocabulaire indépendant de l'âge a plutôt été calculé pour l'échantillon complet (N = 378), à l'aide d'une régression. Ce sont les résidus standardisés de cette régression qui sont employés comme mesure du vocabulaire réceptif (tableau 1). Trois enfants présentaient un score extrême (> 3). Ces scores ont été recodés selon les recommandations de Tabachnick et Fidel (2001). La variable finale ainsi constituée est normalement distribuée.

Diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant

La diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant est évaluée par le biais d'une entrevue avec la mère, adaptée de Pellegrini et al. (1995). Cette entrevue répertorie la diversité des activités auxquelles l'enfant participe ainsi que la diversité des personnes avec qui l'enfant s'engage dans ces activités. Il est demandé à la mère d'énumérer les activités reliées aux nombres auxquelles participe l'enfant et de dresser la liste des partenaires de l'enfant à ces activités. Le résultat constitue un indicateur de la stimulation à la numération offerte par l'environnement préscolaire de l'enfant. L'entrevue originale du réseau littéraire de l'enfant développée par Pellegrini et ses collègues corrèle de façon satisfaisante ($r = 0,60$) avec le HOME (Bradley &

⁶ Les scores à l'ÉVIP 42 mois manquaient pour 11 enfants. Pour sept d'entre eux, le score à l'ÉVIP à 48 mois est employé, pour trois autres, le score à l'ÉVIP à 60 mois est employé. Un enfant avait des données manquantes à 42, 48 et 60 mois.

Caldwell, 1979), une mesure de la richesse des stimulations de l'environnement familial.

À l'instar de Pellegrini et ses collègues, le produit de la diversité des activités et de la diversité des partenaires est calculé (par exemple : 4 activités et 3 partenaires = 12; voir le tableau 1). Pour cette étude, cette variable est ensuite dichotomisée: les enfants qui obtiennent un score de quatre et moins constituent le groupe à diversité numéraire faible à moyenne et obtiennent un score final de 0 (74 enfants), alors que les enfants qui obtiennent un score de cinq et plus forment le groupe à diversité numéraire moyenne à élevée et obtiennent un score final de 1 (118 enfants). Les critères utilisés pour définir le point de coupure s'inspirent : 1) des appuis théoriques, principalement les travaux de Benigno et Ellis (2004), de Blevins-Knabe et Musun-Miller (1996) et de Huntsinger (2000); 2) de la distribution de cette variable; et 3) de la nature de sa relation à la VD. Comme cette relation était non-linéaire, le point de coupure a été fixé au point d'inflexion de la courbe.

Les propriétés psychométriques de cette mesure sont satisfaisantes. La relation entre le score continu de diversité des activités de numération conjointes et la performance de l'enfant à 60 mois à deux mesures de mathématiques préscolaires (le Test de connaissance des nombres [Number Knowledge Test -NKT- Griffin et al., 1995] et le sous-test de connaissance des nombres du Lollipop [Lollipop Test - Chew & Morris, 1984]) est positive et significative ($r = 0,18$, $p = 0,01$). Les analyses révèlent de plus que le groupe d'enfants ($N = 74$) qui effectue peu d'activités de numération conjointes différentes (quatre activités différentes et moins) présente une performance qui se situe sous la moyenne ($z = -0,25$) alors que le groupe d'enfants ($N = 118$) qui effectue une plus grande diversité d'activités de numération conjointes (cinq activités différentes et plus) score au-dessus de la moyenne ($z = 0,15$).

Niveau d'éducation maternelle

Lors de la collecte de données effectuée à cinq mois, le plus haut niveau d'éducation atteint par la mère a été recueilli. Une variable d'éducation maternelle est créée en accordant aux détentrices d'un diplôme d'études secondaires ou moins un score de 0 (60 mères) et un score de 1 aux mères qui détiennent un diplôme professionnel ou une formation post-secondaire (120 mères).

Résultats

Analyses préliminaires

Dans un premier temps, des corrélations de Pearson ont été effectuées afin d'examiner la relation entre les variables dépendantes à l'étude (proportions de participation de la mère et de l'enfant aux trois types d'opération). Les résultats révèlent que règle générale, ces variables corrélaient les unes aux autres de façon modérée ($r = -0,32$ à $r = 0,53$; voir tableau 2). Une approche multivariée du traitement des données (MANCOVA) est donc privilégiée, puisqu'elle tient compte des corrélations entre les variables et qu'elle permet de contrôler pour l'erreur de Type 1 (Grimm & Yarnold, 1995). En conséquence, les variables indépendantes ordinales (climat affectif et diversité des expériences en numération) et la variable de contrôle (éducation maternelle), elle aussi ordinale, ont été transformées en variables dichotomiques. La variable indépendante à intervalles (compétences verbales), normalement distribuée, est conservée telle quelle, afin de préserver l'ensemble de la variance. Dans un deuxième temps, les postulats de la MANCOVA ont été vérifiés. Cet examen ne révèle aucun point déviant, ni aucun écart aux postulats relatifs à la normalité, à l'homogénéité des matrices de variance-covariance, à la linéarité, à la multicollinéarité et à l'homogénéité des pentes de régression. De plus, ces analyses ne révèlent aucun effet d'interaction inattendu en ce qui concerne les variables indépendantes (climat diversité, compétences verbales) et la variable de contrôle

Tableau 2

Corrélations de Pearson entre la participation de la mère et de l'enfant, la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, le climat affectif des interactions mère-enfant, les compétences verbales de l'enfant et l'éducation maternelle

| Variable ^a | Climat | Diversité | ÉVIP | Éducation maternelle | DSB enfant | ESB enfant | MP enfant | DSB mère | ESB mère |
|-------------------------|---------|-----------|---------|-------------------------|---------------|------------|-----------|----------|----------|
| Diversité | 0,07 | | | | | | | | |
| ÉVIP | 0,31** | 0,18* | | | | | | | |
| Éducation maternelle | 0,22** | 0,15* | 0,13 | | | | | | |
| DSB enfant | 0,33** | -0,01 | 0,28** | 0,21** | | | | | |
| ESB enfant | 0,44** | -0,0 | 0,27** | 0,02 | 0,25** | | | | |
| MP enfant | 0,37** | -0,04 | 0,24** | 0,06 | 0,23** | 0,33** | | | |
| DSB mère | 0,18* | -0,05 | 0,04 | -0,03 | 0,37** | 0,53** | 0,15* | | |
| ESB mère | -0,33** | -0,22** | -0,38** | -0,23** | -0,32** | -0,17* | -0,13 | 0,19** | |
| MP mère | 0,30** | -0,08 | 0,21** | 0,11 | 0,16* | 0,49** | 0,41** | 0,39** | 0,13 |

^a ÉVIP: Échelle de Vocabulaire en images Peabody; DSB: définition du sous-but; ESB: exécution du sous-but ; MP: monitoring de la progression

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

(éducation maternelle). Ainsi, conformément aux recommandations de Tabachnik et Fidel (2001), seul l'effet d'interaction postulé entre le climat affectif et l'ÉVIP est inclus dans le modèle final.

Analyse principales

Une analyse de covariance multivariée (MANCOVA- fonction GLM dans SPSS version 13.0) 2 X 2 X 2 est effectuée afin d'examiner la contribution des trois variables indépendantes à la collaboration mère-enfant en contexte de numération : (1) le climat affectif des interactions mère-enfant, (2) les compétences verbales de l'enfant et (3) la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, tout en contrôlant pour l'influence de l'éducation maternelle. Les proportions de participation de la mère et de l'enfant à chacune des opérations définissent la collaboration mère-enfant et constituent les variables dépendantes. Au total, six variables dépendantes sont entrées dans les analyses statistiques: (1) définition du sous-but par l'enfant, (2) exécution du sous-but par l'enfant, (3) monitoring de la progression par l'enfant, (4) définition du sous-but par la mère, (5) exécution du sous-but par la mère, (6) monitoring de la progression par la mère. Le climat affectif des interactions mère-enfant (harmonieux ou tendu), la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant (faible à moyenne ou moyenne à élevée) et le niveau d'éducation maternelle (secondaire ou post-secondaire), sont entrés comme facteurs à deux niveaux. Le niveau de compétences verbales de l'enfant (ÉVIP) est entré comme covariable (score continu). Le tableau 2 présente les corrélations entre les variables à l'étude.

Afin de préciser les effets principaux observés tout en préservant le traitement multivarié des données, deux méthodes d'analyses post-hoc ont été utilisées (Tabachnik & Fidel, 2001): des analyses discriminantes et une série de MANCOVAs pour identifier le plus petit ensemble de variables indépendantes requis pour rendre

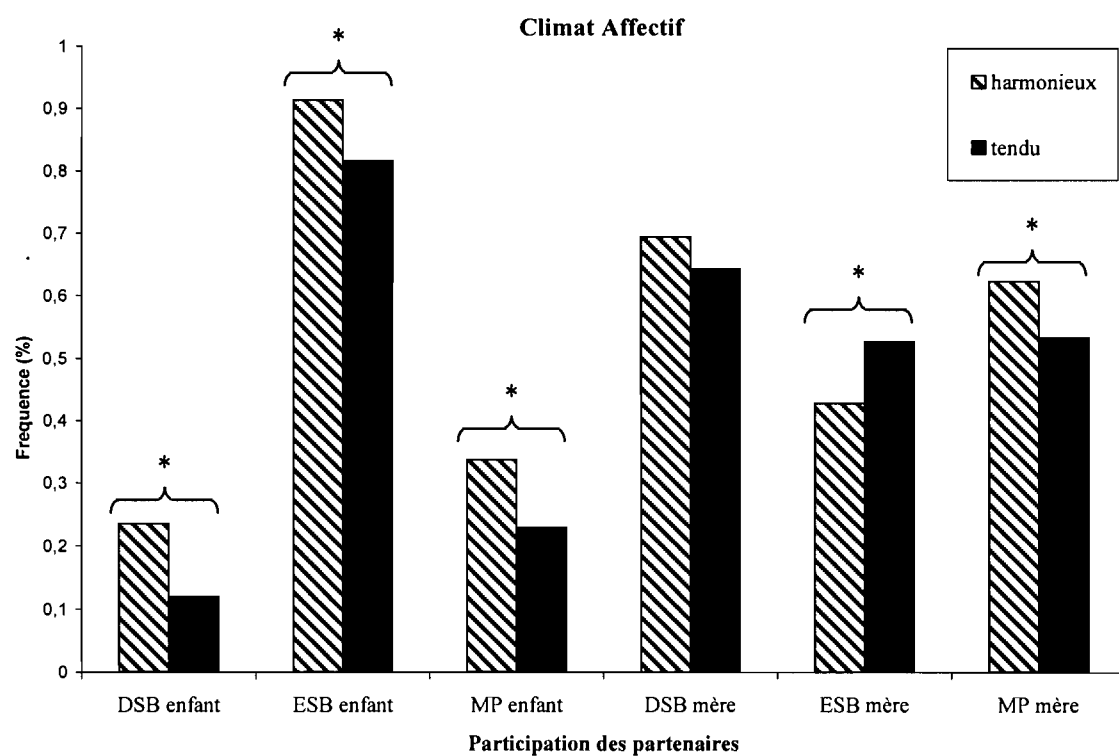
compte de l'effet multivarié (procédure de type F-to-remove, qui évalue la diminution de l'effet qui découle de l'élimination d'une variable dépendante donnée). Les effets de l'ÉVIP sont quant à eux précisés à l'aide d'une régression linéaire, où les variables dépendantes deviennent les prédicteurs (à l'image d'une analyse discriminante), afin de préserver la continuité des scores à l'ÉVIP et le traitement multivarié des comportements de la mère et de l'enfant.

Les résultats de la MANCOVA révèlent des effets principaux pour toutes les variables indépendantes (climat affectif des interactions mère-enfant, ÉVIP et diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant). L'effet d'interaction anticipé entre le climat affectif et l'ÉVIP n'est pas significatif ($F(6, 181) = 1,48, p > 0,2$). La contribution de la variable de contrôle (éducation maternelle) est significative ($F(6,181) = 2,1, p = 0,05, \eta^2 = 0,06$). La description des effets principaux et des analyses post-hoc correspondantes est rapportée pour chacun d'eux ci-après.

Climat affectif des interactions mère-enfant

Conformément à ce qui était anticipé au départ, les résultats de la MANCOVA indiquent que le climat affectif des interactions mère-enfant est associé à la collaboration mère-enfant en contexte de numération ($F(6, 181) = 6,2, p < 0,001, \eta^2 = 0,17$) (figure 1). Les résultats de l'analyse discriminante post-hoc révèlent une fonction qui oppose l'exécution de sous-buts par la mère (coefficient standardisé = -0,35; $r = -0,52$) à la participation de l'enfant (définition du sous-but : coefficient standardisé = 0,43; $r = 0,65$; exécution du sous-but : coefficient standardisé = 0,45; $r = 0,65$; monitoring de la progression : coefficient standardisé = 0,41; $r = 0,60$) et à la participation de la mère au monitoring de la progression (coefficient standardisé = 0,29; $r = 0,49$). Les résultats de la série de MANCOVAs post-hocs corroborent les

Figure 1. Participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations, en fonction du climat affectif des interactions mère-enfant.



résultats de l'analyse discriminante et indiquent que le modèle qui explique le mieux la contribution du climat affectif à la collaboration mère-enfant inclut: la participation de l'enfant aux opérations de définition du sous-but, d'exécution du sous-but et de monitoring de la progression, ainsi que la participation de la mère aux opérations d'exécution du sous-but et de monitoring de la progression ($F(5, 180) = 7,26, p < 0,001, \eta^2 = 0,18$). À l'appui de nos hypothèses et des résultats de l'analyse discriminante, l'examen des moyennes marginales estimées indique qu'un climat affectif harmonieux est associé à la participation de l'enfant de façon globale (aux trois types d'opérations), et à celle de la mère aux opérations de monitoring de la progression, alors qu'un climat affectif tendu est associé à une plus grande participation de la mère aux opérations plus simples d'exécution du sous-but.

Vocabulaire réceptif de l'enfant : ÉVIP

Conformément à ce qui avait été postulé au départ, les résultats de l'analyse de covariance multivariée montrent que le vocabulaire réceptif de l'enfant est associé à la collaboration mère-enfant en contexte de numération ($F(6, 181) = 6,47, p < 0,001, \eta^2 = 0,16$). Les résultats de la régression multiple post-hoc, effectuée avec le plus petit nombre de variables pertinentes au modèle (tableau 3), indiquent que trois variables sont associées de façon significative et unique au vocabulaire réceptif de l'enfant : la participation de la mère à l'exécution du sous-but et sa participation au monitoring de la progression, ainsi que la participation de l'enfant aux opérations de définition du sous-but (respectivement, $\beta = -0,306, p < 0,001$; $\beta = 0,187, p < 0,05$; $\beta = 0,157, p < 0,05$). Ainsi, les mères des enfants dont le vocabulaire réceptif est plus limité supervisent l'activité selon un mode plus directif, en conservant la responsabilité des opérations d'exécution du sous-but. De leur côté, les mères des enfants dont le vocabulaire réceptif est étendu supervisent l'activité selon un mode non-directif, soit en s'assurant de la qualité de la réalisation de l'activité (opérations de monitoring de la progression) et en encourageant les progrès de l'enfant. Enfin, les

Tableau 3

Régression linéaire multiple visant à préciser le lien multivarié entre l'ÉVIP et la collaboration mère-enfant

| Variable de participation ^a | β | t | p |
|--|---------------|---------------|--------------|
| DSB enfant | 0,157 | 2,001 | 0,046 |
| ESB enfant | 0,135 | 1,507 | 0,133 |
| DSB mère | -0,103 | -1,157 | 0,249 |
| ESB mère | -0,306 | -3,821 | 0,001 |
| MP mère | 0,187 | 2,379 | 0,018 |

^a DSB: définition du sous-but; ESB: exécution du sous-but; MP: monitoring de la progression

Note. $R^2 = 0,23$; $R^2_c = 0,21$.

Les résultats tiennent compte du contrôle pour l'éducation maternelle.

enfants qui présentent un vocabulaire réceptif étendu participent davantage aux opérations de définition du sous-but, comparativement aux enfants qui présentent un vocabulaire réceptif plus limité.

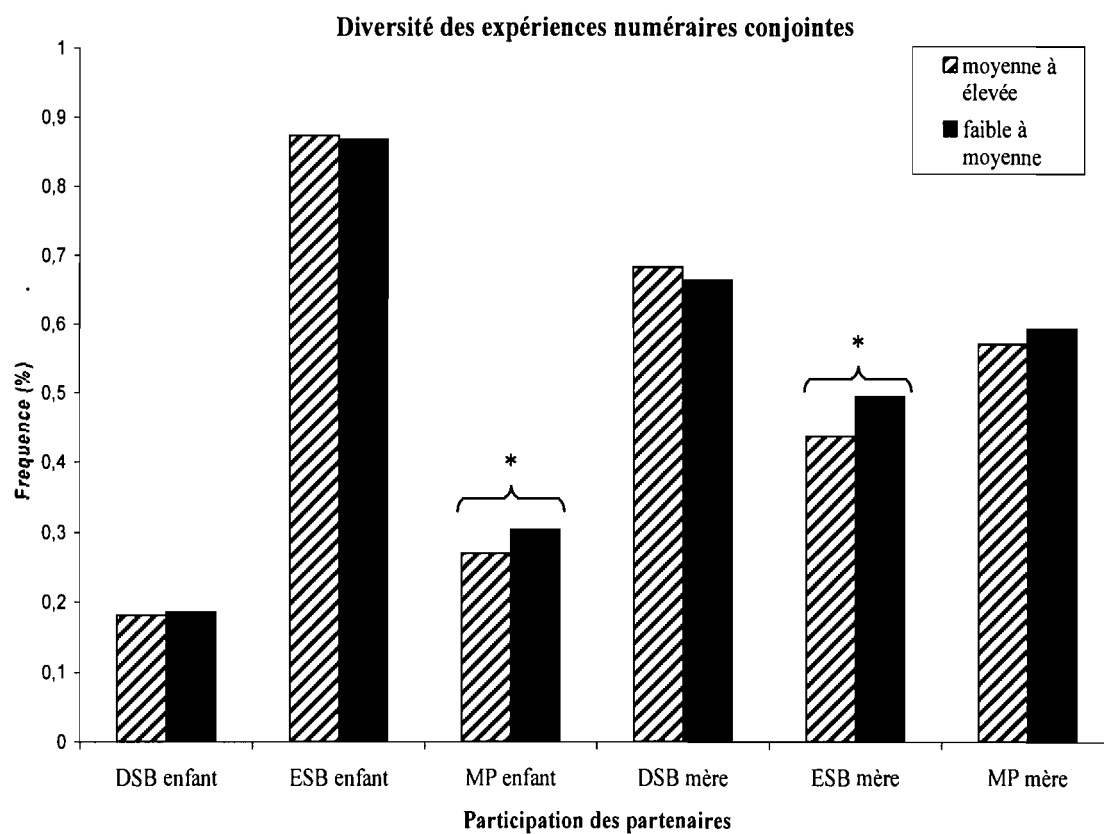
Diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant

Tel qu'attendu, les résultats de l'analyse de covariance multivariée indiquent que la diversité des activités de numération conjointes de l'enfant contribue à la collaboration mère-enfant observée dans les activités de numération ($F(6,181) = 2,1$, $p = 0,05$, $\eta^2 = 0,07$), quoique la taille de l'effet soit beaucoup plus modeste que dans le cas du climat affectif et du vocabulaire réceptif.

Les résultats de l'analyse discriminante post-hoc révèlent que chez les dyades qui effectuent une plus faible diversité d'activités de numération conjointes, l'enfant

participe davantage aux opérations de monitoring de la progression (coefficient standardisé = 0,52; $r = 0,38$), tandis que la mère participe davantage aux opérations d'exécution du sous-but (coefficient standardisé = 1; $r = 0,62$). Les résultats de la série de MANCOVAs post-hoc confirment ces résultats : le plus petit ensemble de variables pour maintenir un effet significatif inclut en effet la participation de l'enfant aux opérations de monitoring de la progression, ainsi que la participation de la mère aux opérations de définition du sous-but et d'exécution du sous-but ($F(3, 183) = 2,63, p < 0,05, \eta^2 = 0,04$). Deux effets sont communs aux deux méthodes d'analyse post-hocs, soit celui de la participation de l'enfant aux opérations de monitoring de la progression et celui de la participation de la mère aux opérations d'exécution du sous-but. Les moyennes marginales estimées de la MANCOVA sont présentées à la figure 2. Alors que nous avions prévu que les enfants qui effectuent une grande diversité d'activités de numération conjointes participeraient davantage aux opérations de monitoring de la progression, les résultats indiquent plutôt que les enfants qui expérimentent une plus faible diversité d'activités de numération conjointes participent davantage aux opérations à valeur affective. De leur côté et tel que prévu, les mères de ces enfants continuent de garder le contrôle sur les opérations les plus simples de l'activité (exécution du sous-but). Les résultats révèlent enfin que les enfants qui expérimentent une grande diversité d'activités de numération conjointes ne participent pas davantage aux opérations complexes de définition du sous-but, contrairement à ce qui était attendu.

Figure 2. Participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations, en fonction de la diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant.



Discussion

Les travaux récents sur le développement de la numération montrent l'importance des interactions parent-enfant dans l'acquisition des connaissances préscolaires liées aux nombres (Fluck, 1995; Parent et al., 2005; Saxe et al., 1987) et dans la réussite en mathématique au primaire et au secondaire (Morrison et al., 2003; Pianta & Harbers, 1996; Pratt, Green, MacVicar, & Bountrogianni, 1992). Or, on connaît peu les facteurs qui influencent la qualité de la collaboration entre le parent et l'enfant lorsqu'ils tentent de résoudre une tâche de numération ensemble. Les variations au niveau de la collaboration parent-enfant pourraient en retour favoriser ou altérer l'acquisition des connaissances liées aux nombres. La présente recherche avait pour but de préciser la contribution de l'affectivité à la collaboration mère-enfant en contexte de numération, via l'examen du climat affectif observé lors de deux activités de numération mère-enfant. Un objectif de recherche secondaire consistait à examiner deux autres variables liées à l'enfant : ses compétences verbales et la diversité de ses expériences conjointes de numération. La contribution unique de chacune de ces variables à la collaboration mère-enfant en contexte de numération est d'abord discutée. Les limites de l'étude, les avenues de recherche et les pistes pour l'intervention sont ensuite explorées.

Climat affectif des interactions mère-enfant

Les résultats obtenus ont confirmé toutes les hypothèses formulées en lien avec le climat affectif des interactions de numération mère-enfant (hypothèses 1, 1a, 1b et 1c). Comme il l'était attendu, chez les dyades où le climat affectif est harmonieux, l'enfant participe davantage aux différentes opérations de l'activité, incluant les opérations affectives de monitoring de la progression. La mère participe elle aussi davantage aux opérations de monitoring de la progression et procure ainsi une supervision qui soutient l'affectivité. À l'inverse et tel qu'anticipé, un climat affectif tendu est associé à une forme de sur-contrôle de la mère, qui conserve la

responsabilité d'exécuter les opérations plus simples d'exécution du sous-but.

L'ampleur de cet effet est substantiel et indépendant de la contribution des compétences verbales de l'enfant, ce qui mérite d'être souligné : la participation active accrue de l'enfant qui est associée à un climat affectif harmonieux ne constitue pas un artefact des compétences verbales de l'enfant.

Chez les dyades où règne une atmosphère de plaisir, l'enfant participe activement aux opérations plus simples d'exécution du sous-but, mais prend aussi l'initiative de participer aux opérations plus complexes, soit les opérations de définition du sous-but. Il est de surcroît affectivement engagé dans l'activité et participe à l'évaluation de la progression de celle-ci. Cette participation active de l'enfant est effectuée sous la supervision de la mère qui procure des encouragements et des rétroactions positives à l'enfant. Toutefois, puisqu'il n'est pas question ici de causalité, il est possible que l'apport d'encouragements et de rétroactions positives par la mère contribue à cette atmosphère harmonieuse. Nonobstant cette nuance, il apparaît que les dyades en harmonie sont caractérisées par un patron collaboratif favorable à l'apprentissage de la numération chez l'enfant. L'élément clé de cette collaboration pour l'apprentissage de la numération réside dans la participation *active* de l'enfant aux opérations nécessaires pour réussir la tâche. En effet, cette participation active prédit le mieux l'acquisition des compétences liées à la tâche (St-Laurent, 1999; St-Laurent & Moss, 2003). Ainsi, en participant activement aux opérations de définition du sous-but, l'enfant a l'opportunité d'acquérir des compétences numériques avancées. En participant aux opérations d'exécution du sous-but, il a l'occasion de mettre en pratique et de consolider des compétences en numération qu'il est en voie de maîtriser. Enfin, en participant activement avec sa mère aux encouragements et aux attributions de compétences caractéristiques des opérations de monitoring de la progression, on peut suggérer que les enfants des dyades en harmonie apprendraient à s'auto-encourager. En effet, selon une perspective vygotskienne, les encouragements et les attributions de compétence expérimentés sur

le plan interpersonnel seraient intériorisés par l'enfant et se transformeraient éventuellement en stratégie autorégulatoire favorisant la persévérance à la tâche (Berry & West, 1993; Harter, 1992). En outre, grâce à des interactions cognitives répétées avec une mère encourageante, l'enfant développerait la capacité de s'auto-attribuer les encouragements procurés par sa mère, et ce, même en l'absence de cette dernière. Tel qu'observé par Bouffard-Bouchard, Parent et Larivée (1993) les auto-attributions de compétence et la performance cognitive seraient reliés à l'adolescence. Nos résultats suggèrent que cette association pourrait avoir pour origine les interactions parent-enfant à l'âge préscolaire.

Une explication plausible à la participation accrue des enfants des dyades en harmonie s'inspire des théories de la motivation (Eccles, 1993; Zimmerman & Schunk, 1991) et de l'auto-efficacité (Bandura, 1993; Bouffard, Marcoux, Vezeau & Bordeleau, 2003). Ces théories postulent que le soutien affectif, la supervision bienveillante, les renforcements positifs et les attributions de compétence procurés par le parent favoriseraient l'intérêt et la motivation de l'enfant à l'égard d'une activité cognitive, de même que le maintien de son attention à la tâche et le développement de son sentiment de compétence (Grolnick & Ryan, 1989; Hokoda, 1995; Meins et al., 1998). Plus confiant, l'enfant chercherait davantage à participer à des activités cognitives, et il y participerait de façon importante (Meins et al., 1998). L'enfant augmenterait alors ses occasions d'exercer ses compétences émergentes et d'en acquérir des nouvelles, entraînant une augmentation effective de son niveau de compétence (Meins et al., 1998). En ce qui concerne la numération, divers travaux empiriques appuient cette perspective et montrent que les comportements parentaux soutenant l'affectivité contribuent au sentiment de compétence et au rendement scolaire en mathématiques des enfants et des adolescents (Bleeker & Jacobs, 2004; Bouffard, Boisvert & Vezeau, 2003; Toci & Engelhard, 1991). Entre autres, les résultats de Bouffard et ses collègues (2003) montrent que l'intérêt, les encouragements et les rétroactions positives accordées par les parents aux enfants de

3^e et de 5^e année contribuent à leur sentiment de compétence en mathématiques. En 5^e année, le sentiment de compétence des enfants et leur rendement en mathématiques seraient reliés. Ces auteures postulent qu'au fil des ans, les enfants ajusteraient leur performance scolaire à leur sentiment de compétence en mathématiques; un phénomène qui avantagerait les enfants qui se sentent compétents, mais qui nuirait à ceux qui vivent un sentiment d'incompétence. La nature corrélationnelle des résultats de Bouffard et al. (2003) n'élimine toutefois pas la possibilité de la relation inverse, à savoir que les enfants ajustent leur sentiment de compétence à leurs compétences réelles en mathématiques (Chapman & Tunmer, 1995; Saarnio, Oka, & Paris, 1990; Stipek, 1984).

En somme, on peut suggérer que la participation de l'enfant soutenue par un climat affectif harmonieux lui permet d'acquérir et d'exercer des compétences en numération, tout en apprenant à s'auto-encourager dans ce domaine. Des études futures devront reproduire cette observation et examiner son impact sur la performance autonome ultérieure en numération. Par ailleurs, il serait pertinent d'explorer les facteurs qui contribuent au climat affectif de la dyade mère-enfant en contexte de numération. Des avenues de recherche intéressantes consistent à examiner les caractéristiques de la mère, de l'enfant et les caractéristiques dyadiques / relationnelles, et environnementales, qui pourraient expliquer un climat affectif harmonieux ou tendu. Par exemple, l'étude de St-Louis, Parent, Séguin et Tremblay (2007) indique que les processus cognitifs de la mère et de l'enfant, ainsi que le revenu familial, contribuent de façon unique au climat affectif en situation de lecture mère-enfant à 48 mois. Il serait pertinent de vérifier si ces variables contribuent également au climat affectif en contexte de numération mère-enfant. D'autre part, certaines caractéristiques individuelles, mais reliées spécifiquement à la numération devraient être considérées. C'est le cas de l'anxiété maternelle à l'égard des mathématiques, découlant, par exemple, d'expériences scolaires négatives dans cette matière (Dwinell & Higbee, 1991; Hyde, Else-Quest, Alibali, Knuth & Romberg,

2006). Le climat affectif pourrait également être influencé par le degré de coopération de l'enfant à l'activité (Westerman, 1990). En ce sens, il apparaît essentiel d'explorer les causes d'un manque de coopération de l'enfant à l'activité de numération, et de distinguer les difficultés transitoires des tendances dyadiques plus stables, à ne pas prendre plaisir à ce type d'activité. À cet égard, il serait pertinent de vérifier si, à l'instar des résultats de Bus (1993) en littéracie, un climat affectif tendu lors d'une activité de numération mère-enfant reflète un problème relationnel plus global, tel un attachement insécurisant.

Compétences verbales de l'enfant

Les résultats obtenus confirment les trois hypothèses formulées en lien avec les compétences verbales de l'enfant. En effet, tel qu'anticipé les compétences verbales de l'enfant sont associées à la participation de l'enfant à l'activité, particulièrement aux opérations plus complexes de définition du sous-but (hypothèses 2 et 2a). Les compétences verbales sont également associées à l'encadrement procuré par la mère, en particulier aux opérations d'exécution du sous-but (hypothèse 2b). À cet effet, les mères des enfants dont la compréhension verbale est limitée gèrent l'activité selon un mode plus directif, en conservant la responsabilité d'exécuter les opérations les plus simples d'exécution du sous-but. Ce n'est pas le cas lorsque l'enfant présente une compréhension verbale élevée. Dans ces dyades, la mère s'implique tout de même dans la gestion de l'activité, mais selon un mode non-directif, soit en veillant à la bonne progression de l'activité via les opérations de monitoring de la progression. Ces résultats sont néanmoins cohérents avec les nombreux travaux suggérant que le niveau de soutien offert par la mère varie en fonction de l'habileté de l'enfant à comprendre les directives et les consignes de la tâche (Conner & Cross, 2003; Fidalgo & Pereira, 2003; Moss, 1992; Parent & Moss, 1994, 1995; Saxe et al., 1987). À l'instar de ces travaux, les résultats de cette étude suggèrent qu'un niveau de compréhension verbale élevé chez l'enfant facilite la tâche d'encadrement de la mère : puisque l'enfant comprend mieux les consignes verbales (la définition du sous-but, par exemple), il

peut exécuter le sous-but avec moins d'implication de sa mère. En retour, comme la mère supervise moins activement l'exécution du sous-but, elle peut simplement s'assurer du bon déroulement de l'activité en communiquant une rétroaction à l'enfant suite à l'exécution du sous-but (monitorage de la progression).

L'ampleur de cet effet est substantiel et distinct de celui du climat affectif. Par ailleurs, alors qu'un climat affectif harmonieux est associé à la participation accrue de l'enfant à l'ensemble de l'activité, un vocabulaire réceptif étendu chez l'enfant est associé surtout à sa participation accrue aux opérations complexes de définition du sous-but, qui sollicitent des compétences verbales plus avancées. Ces résultats confirment ainsi nos hypothèses et les travaux antérieurs (Moss, 1992; Parent & Moss, 1994). Il semble donc qu'en contexte de numération mère-enfant, une bonne compréhension verbale permet à l'enfant de participer aux opérations complexes de gestion de l'activité. Par ailleurs, en plus de faire appel à des compétences verbales plus étendues, ces opérations sollicitent des connaissances plus avancées en numération (Caron et al., 2008). Ainsi, en participant activement aux opérations de définition du sous-but, l'enfant augmente ses opportunités de consolider ses compétences numériques avancées (voir Christian et al., 1998; Jordan & Rutgers, 1995). Tant sur le plan théorique que clinique, les études futures devront éclaircir les liens probablement multidirectionnels entre les compétences verbales de l'enfant, ses connaissances antérieures en numération et la participation aux tâches conjointes de numération.

Interaction entre le climat affectif et les compétences verbales de l'enfant

Contrairement à nos attentes et à l'étude de Parent et Moss (1995), les présents résultats n'ont pas révélé d'effet d'interaction entre le climat affectif et les compétences verbales de l'enfant. La nature des tâches utilisées, qui diffère de celle de l'étude de Parent et Moss (1995), pourrait expliquer l'absence d'effet. De fait, les résultats de Parent et Moss (1995) ont été obtenus lors d'une tâche de planification.

Or, les compétences verbales pourraient jouer un rôle central dans la réussite d'une tâche de planification, alors que dans une tâche de numération, l'enfant pourrait pallier à des compétences verbales plus limitées par une bonne compréhension des nombres (Jordan, 2000). La mesure d'affectivité constitue une deuxième différence importante entre l'étude de Parent et Moss (1995) et la nôtre : alors qu'elle est globale (qualité de l'attachement mère-enfant) pour Parent et Moss (1995), elle est situationnelle (climat affectif des interactions de numération mère-enfant) pour la présente étude. Il est en ce sens possible qu'une mesure d'affectivité situationnelle risque davantage d'être affectée par des facteurs circonstanciels (comme le type de tâche, l'état affectif actuel de la mère ou de l'enfant), comparativement à une mesure d'affectivité basée sur la qualité générale de la relation mère-enfant. Afin de vérifier cette possibilité, il serait intéressant de reproduire la présente étude en remplaçant la mesure du climat affectif par une mesure de la qualité de l'attachement mère-enfant.

Diversité des activités de numération conjointes de l'enfant

Seule une hypothèse énoncée en lien avec la diversité des expériences conjointes de numération de l'enfant a été corroborée (hypothèse 3c). Ainsi, tel qu'il l'était attendu, lorsque les enfants participent à une moins grande diversité d'activités de numération conjointes, les mères exercent un plus grand contrôle sur la réalisation de la tâche de numération mère-enfant. L'ampleur de cet effet est toutefois modeste. Ces mères participent davantage à la réalisation des opérations d'exécution du sous-but, et ce, même si les enfants participent autant à la réalisation de ces opérations que les enfants à diversité élevée. On observe cependant que les enfants à diversité faible participent davantage aux opérations de monitoring de la progression comparativement aux enfants à diversité élevée. L'encadrement directif procuré par les mères de ces dyades pourrait refléter leur tentative de répondre à des demandes d'approbation communiquées par l'enfant. En effet, la participation accrue des enfants à faible diversité aux opérations de monitoring de la progression pourrait être

interprétée comme une recherche de rétroaction de la part de leur mère : comme ces enfants ont eux aussi moins d'expérience à effectuer des activités de numération conjointes, ils pourraient demander davantage de soutien quant au déroulement de la tâche et à l'efficacité de leur performance. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Moss, Gosselin, Parent, Rousseau et Dumont (1997) qui révèlent que les dyades moins expérimentées à collaborer ensembles requièrent davantage de coordination sociale afin de réaliser une activité cognitive conjointe. Dans ces dyades, les comportements de coordination sociale, tels que les rétroactions au partenaire et le maintien de l'attention à la tâche, priment sur les comportements visant la réussite de l'activité (définition du problème, planification). Selon ces auteures, puisque ces dyades ont peu l'habitude de collaborer cognitivement ensemble, elles choisissent d'abord de mettre l'accent sur l'affectivité, en établissant un climat affectif agréable qui encourage le plaisir d'effectuer la tâche ensemble (par exemple, en émettant des rétroactions au partenaire). L'importance accordée à la performance prendrait le second rôle et l'exercice par l'enfant des compétences sollicitées par la tâche s'effectuerait par la suite. Selon cette interprétation, les dyades à diversité élevée possèderaient une longueur d'avance sur les dyades à diversité moins élevée. En effet, en ayant moins besoin de mettre l'accent sur la coordination sociale, ces dyades peuvent se concentrer sur la mise en pratique des compétences en numération de l'enfant. Il serait en outre pertinent de vérifier si la relation entre la diversité des activités de numération de l'enfant et sa performance autonome ultérieure en numération est médiatisée par le patron collaboratif des dyades mère-enfant en contexte de numération.

Limites de l'étude

Cette recherche visait à préciser la contribution de variables individuelles et relationnelles à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. Notre devis corrélationnel ne permet toutefois pas d'éliminer d'autres formes d'influence sur la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En ce sens, il est possible qu'une contribution génétique s'exprime à travers les compétences verbales de

l'enfant, ses connaissances préalables en numération ou même à travers le niveau d'éducation maternelle. À l'heure actuelle, il est donc impossible d'exclure qu'un patron collaboratif favorisant l'apprentissage de la numération soit en partie expliqué par une influence génétique partagée entre la mère et l'enfant (Deater-Deckhard & O'Connor, 2000). Il apparaît nécessaire que des études futures tentent de mettre en lumière la contribution de la génétique au sein des situations de numération mère-enfant. Par ailleurs, d'autres limites sont dignes de mention, dont l'absence d'une mesure des compétences de l'enfant en numération avant la tâche de numération mère-enfant, de même qu'une mesure unique du climat affectif, de la collaboration mère-enfant et des compétences de l'enfant. Enfin, mentionnons l'absence de mesures des activités quotidiennes de collaboration en numération qui permettraient d'aller au-delà d'un score de diversité et la nature corrélationnelle du devis qui limite les conclusions concernant la causalité des résultats.

Conclusion

En conclusion, les résultats obtenus mettent en exergue la contribution unique du climat affectif à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. Ces résultats témoignent par conséquent de la pertinence de prendre en compte l'affectivité afin de faire avancer les connaissances sur les mécanismes sociaux qui contribuent au développement de la numération pendant la période préscolaire. Or, hormis l'étude de Parent et al. (2005), les travaux antérieurs qui ont examiné les activités mère-enfant comme contexte d'apprentissage de la numération ont ignoré le rôle des variables affectives inhérentes à ce contexte, pour se centrer sur le niveau de stimulations procurées par la mère ou sur ses stratégies d'encadrement cognitif (par exemple : Bjorklund et al., 2004; Fluck, 1995; Linnell & Fluck, 2001; Saxe et al., 1987). Les présents résultats indiquent toutefois clairement que ce ne sont pas tous les types d'encadrement maternel qui sont associés à la participation active de l'enfant à l'activité et à un partenariat de bonne qualité, susceptible de faciliter l'apprentissage des compétences liées aux nombres. Sur le plan théorique, ces résultats exhortent

d'aller au-delà de la diversité des activités de numération de l'enfant et de ses caractéristiques cognitives, afin de clarifier le rôle des facteurs affectifs et motivationnels dans les interactions de numération mère-enfant et dans les développements numéraires qui s'effectuent dans ce contexte. D'autre part, ces résultats sont riches en implications afin de guider les interventions précoces en numération. Plus précisément, ils soulignent l'importance de s'attarder non seulement au rôle « d'enseignante » de la mère lors des interactions mère-enfant, mais également au degré de plaisir et d'harmonie qui caractérise la collaboration dyadique. Puisqu'un climat affectif harmonieux favorise la participation active de l'enfant à l'activité et l'établissement d'une collaboration efficace, la qualité affective des interactions mère-enfant constituerait une cible d'intervention prometteuse. Dans ce contexte, il conviendrait d'aider les dyades mère-enfant dont les interactions sont caractérisées par la tension et l'hostilité à développer un partenariat plus ludique, orienté vers le plaisir de partager une activité de numération ensemble.

Références

- Bakeman, R., & Gottman, J.M. (1981). *Observing interaction: An introduction to sequential Analysis*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 38, 117-148.
- Baroody, A.J. (1987). *Children's mathematical thinking*. New York: Teachers College Press.
- Baroody, A.J., & Dowker, A. (2003). *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Benigno, J.P., & Ellis, S. (2004). Two is greater than three: effects of older siblings on parental support of preschoolers' counting in middle-income families. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 4-20.
- Berry, J.M., & West, R.L. (1993). Cognitive self-efficacy in relation to personal mastery and goal setting across the life span. *International Journal of Behavioral Development*, 16, 351-379.
- Bjorklund, D.F., Hubertz, M.J., & Reubens, A.C. (2004). Young children's arithmetic strategies in social context: How parents contribute to children's strategy development while playing games. *International Journal of Behavioral Development*, 28, 347-357.
- Bleeker, M.M., & Jacobs, J.E. (2004). Achievement in math and science: do mothers' beliefs matter 12 years later? *Journal of Educational Psychology*, 96, 97-109.
- Blevins-Knabe, B., & Musun-Miller, L. (1996). Number use at home by children and their parents and its relationship to early mathematical performance. *Early Development and Parenting*, 5, 35-45.
- Bouffard, T., Boisvert, M., & Vezeau, C. (2003). The illusion of incompetence and its correlates among elementary school children and their parents. *Learning and Individual Differences*, 14, 31-36.
- Bouffard, T., Marcoux, M.-F., Vezeau, C. & Bordeleau, L. (2003). Changes in self-perceptions of competence and intrinsic motivation among elementary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 73, 171-186.

- Bradley, R.H., & Caldwell, B.M. (1979). Home observation for measurement of the environment: A revision of the preschool scale. *American Journal of Mental Deficiency, 84*, 235-244.
- Bus, A.G. (1993). Attachment and emergent literacy. *International Journal of Educational Research, 19*, 573-581.
- Caron, L., Parent, S., Normandeau, S., Tremblay, R., & Séguin, J. (2008). Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans deux tâches de numération. *L'Année Psychologique*.
- Case, R., Griffin, S., & Kelly, W.M. (2001). Socioeconomic differences in children's early cognitive development and their readiness for schooling. Dans S.L. Goldbeck (Éd.), *Psychological perspectives on early childhood education: Reframing dilemmas in research and practice* (pp.37-63), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Chapman, J.W., & Tunmer, W.E. (1995). Development of young children's reading self-concepts: An examination of emerging subcomponents and their relationship with reading achievement. *Journal of Educational Psychology, 87*, 154-167.
- Chew, A. L., & Morris, J. D. (1984). Validation of the Lollipop test: A diagnostic screening test of school readiness. *Education & Psychological Measurement, 47*, 467-471.
- Christian, K., Morrison, F.J., & Bryant, F.B. (1998). Predicting kindergarten academic skills: Interactions among child care, maternal education, and family literacy environments. *Early Childhood Research Quarterly, 13*, 501-521.
- Cole, M. (1999). Cultural psychology: Some general principles and a concrete example. Dans, Y. Engeström, R. Miettinen et R.-L. Punamäki (Éds.), *Perspectives on activity theory. Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives* (pp. 87-106). New York: Cambridge University Press.
- Conner, D.B., & Cross, D.R. (2003). Longitudinal analysis of the presence, efficacy and stability of maternal scaffolding during informal problem-solving interactions. *The British Journal of Developmental Psychology, 21*, 315-334.

- de Ruiter, C., & van Ijzendoorn, M.H. (1993). Attachment and cognition: A review of the literature. *International Journal of Educational Research*, 19, 525-540.
- Deater-Deckard, K., & O'Connor, T.G., (2000). Parent-child mutuality in early childhood: Two behavioural genetic studies. *Developmental Psychology*, 36, 561-570.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Díaz, R.M., Neal, C.J., & Vacchio, A. (1991). Maternal teaching in the zone of proximal development: A comparison of low- and high-risk dyads. *Merrill-Palmer Quarterly*, 37, 83-108.
- Dunn, L.M. & Dunn, L.M. (1981). *Peabody Picture Vocabulary Test-Revised*. Minnesota: American Guidance Service.
- Dunn, L.M., Theriault-Whalen, C.M., & Dunn, L.M. (1993). *Échelle de vocabulaire en image Peabody*. Toronto: Psycan.
- Dwinell, P., & Higbee, J.L. (1998). Affective variables related to mathematics achievement among high-risk college freshmen. *Psychological Reports*, 69, 399-403.
- Eccles, J. S. (1993). School and family effects on the ontogeny of children's interests, self-perceptions, and activity choices. Dans J. E. Jacobs (Éd.), *Developmental perspectives on motivation* (p. 144-208). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Ellis, S. (1997). Strategy choice in sociocultural context. *Developmental Review*, 17, 490-524.
- Fidalgo, Z., & Pereira, F. (2005). Socio-cultural differences and the adjustment of mothers' speech to their children's cognitive and language comprehension skills. *Learning and instruction*, 15, 1-21.
- Fluck, M. J. (1995). Counting on the right number: Maternal support for the development of cardinality. *The Irish Journal of Psychology*, 16, 133-149.
- Freund, L. S. (1990). Maternal regulation of children's problem solving behavior and its impact on children's performance. *Child Development*, 61, 113-126.

- Gauvain, M., de la Ossa, J.L., & Hurtado-Ortiz, M.T. (2001). Parental guidance as children learn to use cultural tools : The case of pictorial plans. *Cognitive development*, 16, 551-575.
- Geary, D.C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D.C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition : Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50, 24-37.
- Ginsburg, H.P., & Goldbeck, S.L. (2004). Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 190-200.
- Ginsburg, H.P., & Asmussen, K.A. (1988). Hot mathematics. *New Directions for Child Development*, 41, 89-111.
- Grimm, L.G., & Yarnold, P.R. (1995). *Reading and understanding multivariate statistics*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Grolnick, W.S., & Ryan, R.M. (1989). Parent styles associated with children's self-regulation and competence in school. *Journal of Educational Psychology*, 81, 43-154.
- Harter, S. (1992). The relationship between perceived competence, affect, and motivational orientation within the classroom: Processes and patterns of change. Dans A.K. Boggiano et T. S. Pittman (Éds.), *Achievement and motivation: A social developmental perspective* (pp.77-114). New York: Cambridge University Press.
- Hokoda, A., & Fincham, F.D. (1995). Origins of children's helpless and mastery achievement patterns in the family. *Journal of Educational Psychology*, 87, 375-385.
- Huntsinger, C.S., Shaligram, C., Jose, P.E., Larson, S.L., & Krieg, D.B. (2000). Mathematics, vocabulary, and reading development in Chinese American and European American children over the primary school years. *Journal of Educational Psychology*, 92, 745-760.

- Hyde, J.S., Else-Quest, N.M., Alibali, M.W., Knuth, E., & Romberg, T. (2006). Mathematics in the home: Homework practices and mother-child interactions doing mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 25, 136-152.
- Jordan, N.C. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 567-578.
- Jordan, N.C., & Rutgers, U. (1995). Calculation abilities in young children with different patterns of cognitive functioning. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 53-64.
- Kermani, H., & Brenner, M.E. (2000). Maternal scaffolding in the child's zone of proximal development across tasks: Cross-cultural perspective. *Journal of Research in Childhood Education*, 15, 30-52.
- Larivée, S., Normandeau, S., & Parent, S. (2000). The French connection: Some contributions of French-language research in the post-Piagetian era. *Child Development*, 71, 823-839.
- LeFevre, J.-A., Clarke, T., & Stringer, A.P. (2002). Influences of language and parental involvement on the development of counting skills: Comparisons of French- and English-speaking Canadian children. *Early Child Development and Care*, 172, 283-300.
- Lemétayer, F. (2001). Influence des caractéristiques propres à l'enfant sur les modalités d'étayage parental. *Journal international de psychologie*, 36, 145-151.
- Lyons, M., & Lyons, R. (1999). *Manuel d'instruction du jeu Mystéro*. Montréal, Canada : Chenelière / McGraw-Hill.
- McGillicuddy-DeLisi, A.V., DeLisi, R., Flaugh, J., & Sigel, I.E. (1987). Familial influences on planning. Dans S.L. Friedman, E.K. Sholick, et R.R. Cocking (Éds.), *Blueprints for thinking* (pp.395-427). Cambridge: Cambridge University Press.
- Meadows, S. (1996). *Parenting behaviour and children's cognitive development*. Oxford: Erlbaum.
- Meins, E., Fernyhough, C., Russell, J., & Clark-Carter, D. (1998). Security of attachment as a predictor of symbolic and mentalising abilities: A longitudinal study. *Social Development*, 7, 1-24

- Mendoza, O. (1995). Developmental changes and socioeconomic differences in mother-infant picture book reading. *European Journal of Psychology of Education*, 3, 261-272.
- Morrison, E.F., Rimm-Kauffman, S., & Pianta, R.C. (2003). A longitudinal study of mother-child interactions at school entry and social and academic outcomes in middle school. *Journal of School Psychology*, 41, 185-200.
- Moss, E. (1986). Interactions mères-enfants et différences intellectuelles individuelles. *Apprentissage et socialisation*, 9, 143-154.
- Moss, E. (1990). Social interaction and metacognitive development in gifted preschoolers. *Gifted Child Quarterly*, 34, 16-20.
- Moss, E. (1992). The socioaffective context of joint cognitive activity. Dans L.T. Winegar et J. Valsiner (Éds.), *Children's development within social context vol.2: Research and Methodology* (pp.117-154), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 117-154.
- Moss, E., Gosselin, C., Parent, S., Rousseau, D., & Dumont, M. (1997). Attachment and joint problem-solving experiences during the preschool period. *Social Development*, 6, 1-17.
- Neitzel, C., & Stright, A.D. (2003). Mothers' scaffolding of children's problem solving: Establishing a foundation of academic self-regulatory competence. *Journal of Family Psychology*, 17, 147-159.
- O'Connor, E. & McCartney, K. (2007). Examining teacher-child relationships and achievement as part of an ecological model of development. *American Educational Research Journal*, 44, 340-369.
- Oppenheim, D., Emde, R.N., & Warren, S. (1997). Children's narrative representations of mothers: Their development and associations with child and mother adaptation. *Child Development*, 68, 127-138.
- Oppenheim, D., & Waters, H. (1995). Narrative processes and attachment representations: Issues of development and assessment. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60, 197-215.
- Pappas, S., Ginsburg, H. P. & Jiang, M. (2003). SES differences in young children's metacognition in the context of mathematical problem solving. *Cognitive Development*, 18, 431-450.

- Parent, S., Gosselin, C., & Moss, E. (2000). From mother-regulated to child-regulated joint planning activity: A look at familial adversity and attachment. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21*, 447-470.
- Parent, S., Montésinos-Gelet, I., Séguin, J.R., Zelazo, P.D., & Tremblay, R.E. (2006). La contribution de la diversité des expériences littéraires préscolaires aux habiletés émergentes en littéracie. *Éducation et francophonie, 34*, 168-188.
- Parent, S., & Moss, E. (1994). Différences interindividuelles dans l'étayage maternel des habiletés métacognitives. *Archives de Psychologie, 62*, 223-246.
- Parent, S., & Moss, E. (1995). L'influence de l'attachement mère-enfant et des habiletés verbales de l'enfant d'âge préscolaire sur l'étayage maternel dans une tâche de planification simple. *Enfance, 317-335*.
- Parent, S., Normandeau, S., St-Laurent, D., Caron, L., & Séguin, J.E. (2005). *Preschool predictors of early school-age number knowledge and the mediating role of mother-child interactions*. Communication présentée au Congrès annuel de l'American Educational Research Association (AERA), Montréal, Canada.
- Pellegrini, A.D., Melhuish, E., Jones, I., Trojanowska, L., & Gilden, R. (2002). Social contexts of learning literate language: The role of varied, familiar, and close peer relationships. *Learning and Individual Differences, 12*, 375-389.
- Pellegrini, A. D., McGillicuddy-DeLisi, A.V., & Sigel, I.E. (1986). The effects of children's communicative status and task on parents' teaching strategies. *Contemporary Educational Psychology, 11*, 240-252.
- Pellegrini, A.D., & Galda, L. (2001). « I'm so glad, I'm glad » : The role of emotions and close relationships in children's plan and narrative language. Dans, A. Göncü et E. Klein (Éds.). *Children in play, story, and school*, New York: Guilford Press.
- Pellegrini, A.D., Galda, L., Shockley, B., & Stahl, S. (1995). The nexus of social and literacy experiences at home and school: implications for primary school oral language and literacy. *British Journal of Educational Psychology, 65*, 273-285.
- Pianta, R.C., & Harbers, K.L. (1996). Observing mother and child behaviour in a problem-solving situation at school entry: Relations with academic achievement. *Journal of School Psychology, 34*, 307-322.

- Pratt, M.W., Green, D., MacVicar, J., & Bountrogianni, M. (1992). The mathematical parent: Parent scaffolding, parenting style and learning outcomes in long-division mathematics homework. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 13, 17-34.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York, Oxford University Press.
- Rogoff, B., Mistry, J., Göncü, A., & Mosier, C. (1993). Guided participation in cultural activity by toddlers and caregivers. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58, (8, No. de série 236).
- Saarnio, D.A., Oka, E.R., & Paris, S.G. (1990). *Development predictors of children's development: Component skills approach*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Santé Québec, Jetté, M., Desrosiers, H., & Tremblay, R.E. (1997). « En 2001...J'aurai 5 ans », *Enquête auprès des bébés de 5 mois : Rapport préliminaire de l'Étude longitudinale du développement des enfants du Québec (ÉLDEQ)*, Montréal, Canada, Ministère de la Santé et des Services sociaux du Gouvernement du Québec.
- Saxe, G.B., Guberman, S.R., & Gearheart, M. (1987). Social processes in early number Development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 52, (2, Serial No. 216).
- Seo, K.-H. & Ginsburg, H. P. (2004). What is developmentally appropriate in early childhood mathematics education? Lessons from new research. Dans D. H. Clements, J. Sarama et A.-M. DiBiase (Éds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 91-104). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sigel, I. (1998). Socialization of cognition: A family focus. Dans, M. Lewis et C. Feiring (Éds.), *Families, risk, and competence*, (pp.289-308). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sigel, I. (2002). The psychological distancing model: A study of the socialization of cognition. *Culture & Psychology*, 8, 189-214.

- Sonnenschein, S., & Munsterman, K. (2002). The influence of home-based reading interactions on 5-year-olds' reading motivations and early literacy development. *Early Childhood Research Quarterly, 17*, 318-337.
- Starkey P., & Klein, A. (2000). Fostering parental support for children's mathematical Development: An intervention with Head Start families. *Early Education and Development, 11*, 659-680.
- Starkey, P., Klein, A. & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly, 19*, 99-120.
- St-Laurent, D. (1999). *Le développement des habiletés de planification: une analyse comparative de trois perspectives théoriques et une évaluation empirique des processus socioculturels impliqués*. Thèse de doctorat non publiée, Université du Québec à Montréal, Canada.
- St-Laurent, D., & Moss, E., (2003). Les habiletés de planification chez des enfants de cinq et sept Ans. *Archives de Psychologie, 70*, 79-96.
- St-Louis, A., Parent, S., Séguin, J. R., & Tremblay, R. E. (2007). *Les prédictors du climat affectif dyadique en situation de lecture conjointe mère-enfant*. Affiche présentée au 29e congrès annuel de la Société Québécoise de Recherche en Psychologie, Sherbrooke, Québec.
- Stipek, D.J. (1984). Young children's performance expectations : Logical analysis of wishful thinking? Dans J.G. Nicholls et M.L. Maehr (Éds.). *Advances in motivation and chievement* (Vol.3, pp.35-56). Greenwich, CT: JAI Press.
- Stright, A.D., Neitzel, C.L., Sears, K.G., & Hoke-Sinex, L. (2001). Instruction begins in the home: Relations between parental instruction and children's self-regulation in the classroom. *Journal of Educational Psychology, 93*, 456-466.
- Tabachnik, B.G., & Fidel, L.S. (2001). *Using multivariate statistics (4^e éd)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Toci, C.M., & Engelhard, G.Jr. (1991). Achievement, parental support and gender differences in attitudes towards mathematics. *Journal of Educational Research, 84*, 280-286.
- Tudge, J., & Doucet, F. (2004). Early mathematical experiences: observing young Black and White children's everyday activities. *Early Childhood Research Quarterly, 19*, 21-39.

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Dans, M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, et E. Souberman (Éds.), Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1985). Les bases épistémologiques de la psychologie. Dans B. Schneuwly et J.-P. Bronckart (Éds.), *Vygotsky aujourd'hui* (pp. 25-38), Neuchatel, Suisse : Delachaux et Niestlé.
- Walkerdine, V. (1988). The mastery of reason. *Cognitive development and the production of rationality*. Londres: Routledge.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Westerman, M.A. (1990). Coordination of maternal directives with preschoolers' behaviour in compliance-problem and healthy dyads. *Developmental Psychology*, 26, 621-630.
- Wertsch, J.V. (1984). The zone of proximal development: Some conceptual issues. Dans B. Rogoff et J.V. Wertsch (Éds.), *Children's learning in the "zone of proximal development"*. New Directions for Child Development, no. 23. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wertsch, J.V., & Sammarco, J.G. (1987). Social precursors to individual cognitive functioning: The problem of units of analysis. Dans, R.A. Hinde, A.N. Perret-Clermont et J. Stevenson-Hinde (Éds), *Social relationships and cognitive development*, 2e éd. Oxford: Clarendon.
- Zimmerman, B.J., & Schunk, D.H. (1991). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. New York: Springer-Verlag.

DISCUSSION GÉNÉRALE

Les percées technologiques des dernières années ont mis en évidence la nécessité de maîtriser diverses compétences en numération afin de participer aux activités sociales, économiques et technologiques contemporaines (Gauvain, 1998). En réaction, la place accordée aux mathématiques au sein du curriculum scolaire s'est accrue (Geary, 1994). Plusieurs chercheurs ont dès lors tenté de mieux comprendre le développement de la numération, depuis le tout début de la vie du jeune enfant (Bideaud, 1999). Divers travaux inspirés de la perspective socioculturelle du développement cognitif (Vygotsky, 1934/1978) ont tenté de préciser l'origine sociale de cette compétence cognitive en examinant l'un des principaux contextes sociaux du développement de la numération: les interactions parent-enfant. La présente étude s'inscrivait dans cette lignée. Son but était de préciser les caractéristiques de la collaboration mère-enfant en contexte de numération pendant la période préscolaire, encore méconnues.

Cette étude comptait deux grands objectifs. Premièrement, examiner les compétences en numération des enfants de quatre ans, telles qu'elles se présentent dans le contexte de deux tâches de numération mère-enfant, et les stratégies utilisées par les mères afin d'étayer l'acquisition de ces compétences. Deuxièmement, examiner la contribution du climat affectif des interactions mère-enfant à l'établissement d'un patron collaboratif qui favorise l'exercice, par l'enfant, de ses compétences en numération. Un sous-objectif concernait l'examen de la contribution de deux caractéristiques de l'enfant dont l'importance pour le développement de la numération a été démontrée par le passé : la diversité des expériences conjointes en numération de l'enfant et ses compétences verbales.

Dans un premier temps, les principaux résultats de l'étude sont brièvement rappelés et discutés. Dans un deuxième temps, les contributions de l'étude sont présentées. Les limites de l'étude sont abordées dans un troisième temps. Enfin, pour

clure cette discussion, quelques questions de recherche soulevées par les résultats obtenus sont discutées.

Objectifs et résultats

Les compétences émergentes en numération de l'enfant et les stratégies utilisées par les mères pour étayer leur acquisition. Il était attendu que l'observation des compétences numériques de l'enfant en contexte de collaboration mère-enfant suivrait les résultats des travaux antérieurs sur les performances individuelles en numération pendant la période préscolaire (Baroody, 1987; Case, et al., 2001; Fuson, 1988). De plus, il était escompté que l'utilisation d'une méthode dynamique d'évaluation des compétences numériques procure un aperçu du futur en numération de l'enfant, tout en permettant l'examen de l'encadrement maternel procuré afin d'encourager l'émergence de ces compétences. Règle générale, nos résultats confirment nos hypothèses et appuient les modèles choisis pour expliquer les caractéristiques de la collaboration mère-enfant.

Tel qu'attendu et en cohérence avec les travaux sur le développement de la numération en contexte individuel (Baroody, 1987; Case et al., 2001; Fuson, 1988; Sinclair et al., 1982) et avec les travaux de Sigel (1998) et de St-Laurent (1999) sur les compétences en planification, nos résultats révèlent que les compétences en numération sollicitées par les opérations d'anticipation globale n'ont pas encore fait leur entrée dans la ZDP de l'enfant. Pour le dessins à numéros, il s'agit de la reconnaissance de la séquence invariable des nombres écrits de 1 à 20 et de son lien avec la réalisation du dessin et pour Mystéro, il s'agit de la capacité d'anticiper la marche à suivre pour réussir le jeu dans sa totalité, c'est-à-dire procéder par élimination pour relier les nombres écrits de 1 à 9 aux indices cardinaux et socioculturels qui les évoquent. La compréhension du nombre des enfants de quatre

ans n'est donc pas suffisamment avancée pour leur permettre de définir le but global d'une tâche de numération complexe et de planifier les stratégies à effectuer pour la réussir, même avec l'aide de leur mère. Stratégiquement et possiblement pour éviter de décourager l'enfant face à tâche, la majorité des mères ont choisi d'omettre ces opérations, préférant insister sur d'autres opérations, plus accessibles à l'enfant. La majorité des mères passaient donc directement aux opérations d'anticipation locale et introduisaient la tâche par le biais de ces opérations. Il est à noter toutefois, que cette façon d'introduire la tâche par les mères pourrait être un artefact de la procédure : suite aux explications de l'expérimentatrice, la mère ne jugerait pas opportun de reprendre les consignes globales. Dans une recherche future, la comparaison de cette procédure avec une autre où la mère reçoit les consignes en l'absence de son enfant (voir Hyde et al., 2006), permettrait de préciser ce phénomène.

Comme il l'était attendu, les compétences sollicitées par les opérations d'anticipation locale ont fait leur entrée dans la ZDP et sont plus accessibles à l'enfant. L'utilisation de deux tâches faisant appel à des compétences différentes en numération a permis de constater que les différentes compétences numériques ne se situent pas au même niveau de maîtrise chez l'enfant. Alors que la capacité de prévoir le nombre à venir dans la série invariable des nombres de 1 à 20 (dessin à numéros) est pleinement entrée dans la ZDP de l'enfant et est en transition de la phase de modelage à celle de consolidation, l'association d'un nombre écrit à l'indice cardinal ou socioculturel qui l'évoque (sous-but de Mystéro) fait tout juste son entrée dans la ZDP de l'enfant et se situe en phase de modelage. Les résultats du dessin à numéros sont compatibles avec ceux de Baroody (1987; Baroody & Dowker, 2003), qui indiquent que la reconnaissance des nombres écrits supérieurs à neuf constitue un défi important pour les enfants de quatre ans. La méthode dynamique d'évaluation des compétences adoptée dans cette thèse, permet d'enrichir les connaissances sur le développement de la numération chez le jeune enfant, en montrant que l'identification du prochain nombre à venir dans la série des nombres écrits de 10 à 20 est une compétence en

émergence dès quatre ans. Par ailleurs, les mères se serviraient des compétences actuelles de l'enfant afin d'élaborer des stratégies favorisant le développement de cette compétence (voir l'article 1 pour des exemples de ces stratégies). Ces stratégies permettent en outre de combler l'écart entre les compétences que l'enfant peut accomplir seul et les compétences qu'il peut accomplir avec le soutien de sa mère. Selon une perspective vygotskienne, la période développementale examinée dans cette étude serait donc favorable à l'apprentissage de la série des nombres de 10 à 20, qui bénéficierait particulièrement de l'étayage maternel.

En ce qui concerne le jeu Mystéro, la grande dépendance des sous-buts (anticipations locales) au but global de la tâche (anticipation globale) a rendu plus ambiguë l'observation des compétences en numération de l'enfant, nous permettant néanmoins d'avancer que l'association entre un nombre écrit et l'indice illustré (cardinal ou socioculturel) qui l'évoque, commence tout juste à faire son entrée dans le répertoire de l'enfant de quatre ans. Ces résultats sont cohérents avec les travaux de Sinclair (1988; Sinclair et al., 1982; Sinclair & Sinclair, 1984), qui montrent que les enfants de quatre ans peuvent associer un nombre écrit à un contexte (par exemple : une illustration) uniquement lorsque ce contexte a été défini par le parent. Examinés conjointement, nos résultats et ceux de Sinclair révèlent que lors d'une tâche d'association nombre-image à quatre ans, le rôle de la mère consisterait à réduire l'ambiguïté de la tâche afin d'en diminuer les « degrés de liberté » (Bruner, 1975) et de la rendre accessible à l'enfant.

En concordance avec la perspective socioculturelle du développement cognitif et les travaux en ayant découlé (Fidalgo & Pereira, 2005; Kermani & Brenner, 2000; Rogoff, 1990; Rogoff et al., 1993; Saxe et al., 1987), nos résultats indiquent que les mères reconnaissent les compétences en numération qui correspondent à une période favorable à l'apprentissage et qu'elles ajustent leur étayage de façon à favoriser

l'émergence de ces compétences. Elles sont sensibles aux défis particuliers que chaque tâche représente pour l'enfant, en modelant pour ce dernier les compétences en numération qui font tout juste leur entrée dans la ZDP (Mystéro) et en permettant à l'enfant de mettre en pratique les compétences partiellement maîtrisées (Dessin à numéros).

Aux deux tâches de numération, les opérations de réalisation du plan ont été celles où les enfants ont le plus mis en pratique leurs compétences numériques émergentes. En effet, ces opérations sont en transition de la phase de consolidation vers celle d'inhibition pour les deux tâches, en dépit d'une légère avance pour le dessin à numéros. Le tracé d'un nombre à l'autre avec le crayon serait donc en voie d'être maîtrisé, tout comme le comptage, la cardinalité et la reconnaissance des nombres écrits et de leurs diverses représentations socioculturelles. Dans l'ensemble, ces résultats corroborent ceux des travaux ayant examiné le développement de la numération selon un cadre d'évaluation individuel (Baroody, 1987; Bialystok, 1992; Bialystok & Codd, 2000; Case et al., 2001; Fuson, 1988; Sinclair, 1988; Sinclair et al., 1982; Sinclair & Sinclair, 1984;). L'évaluation dynamique des compétences numériques met cependant en lumière l'importance des interactions mère-enfant dans l'apprentissage de la numération, et ce, même pour les compétences qui sont en voie d'être maîtrisées par l'enfant (opérations de réalisation du plan). Les conduites d'encadrement visant à soutenir l'acquisition complète de ces compétences sont simplement différentes de celles qui ont pour but d'étayer l'acquisition d'une compétence fraîchement entrée dans la ZDP ou partiellement maîtrisée. Un élément central à cette modulation des conduites d'encadrement en fonction du niveau de compétence de l'enfant concerne le transfert des responsabilités dyadiques, de la mère à l'enfant: plus l'enfant maîtrise une compétence cognitive, plus la mère lui lègue des responsabilités en regard des opérations qui y font appel. L'importance du transfert des responsabilités dyadiques dans l'acquisition d'une compétence cognitive par

l'enfant a en outre été démontrée par plusieurs travaux et nombre d'auteurs considèrent cette conduite maternelle comme une caractéristique indispensable à un étayage maternel efficace (Kermani & Brenner, 2000; Moss, 1992; Neitzel & Stright, 2003; Parent & Moss, 1995; Rogoff, 1990; St-Laurent & Moss, 2003; Stright et al., 2001). Nos résultats témoignent de la présence de cette conduite maternelle et de la réponse de l'enfant à celle-ci, dans le contexte de deux tâches de numération différentes, et suggèrent que l'apprentissage de la numération ne ferait pas exception à la règle.

L'un des résultats les plus innovateurs de cette étude concerne la collaboration dyadique observée lors des opérations d'évaluation, tant globale que locales. Ces deux ensembles d'opérations présentent un profil qui n'est pas tout à fait cohérent avec nos attentes initiales et avec le modèle choisi pour expliquer l'apprentissage de la numération lors d'activités cognitives conjointes. D'abord, alors qu'il était attendu que l'évaluation globale se situe en phase de modelage, les résultats indiquent qu'elle se situe en phase de consolidation pour les deux tâches, caractérisée par une fréquence élevée de participation conjointe. Il semble pourtant peu probable que les enfants de quatre ans puissent retracer les étapes ayant conduit à la réussite de la tâche, même *a posteriori* et avec l'aide de leur mère. Qui plus est, étant donnée la fréquence élevée d'exécutions conjointes, les prédictions basées sur la perspective socioculturelle du développement cognitif auraient suggéré une proportion plus élevée d'exécutions autonomes par l'enfant, témoignant de la transition des compétences sollicitées par cette opération vers la phase d'inhibition pour certains enfants. Les résultats montrent, au contraire, une quasi absence d'exécutions autonomes par l'enfant pour cette opération. Cette observation remet en cause le modèle de transfert des responsabilités en fonction des compétences maîtrisées par l'enfant pour cette opération. L'examen des verbalisations entre la mère et l'enfant apporte des pistes d'explication. Ces verbalisations, de nature surtout affective, ne constituaient pas une réelle évaluation

cognitive de la tâche, où les partenaires identifient en rétrospective les compétences déployées. Les mères semblent avoir adapté l'évaluation globale afin qu'elle soit compatible au niveau de compétence de leur enfant (Rogoff, 1990). Tel que suggéré par Rogoff, la valeur motivationnelle de l'évaluation globale affective favorise le développement cognitif parce qu'elle soutient l'intérêt de l'enfant et son sentiment de compétence face à la tâche exécutée, l'incitant en retour à participer à des tâches similaires dans le futur (Rogoff, 1990, 2003; Sonnenschein & Munsterman, 2002). Cette dimension motivationnelle de l'étayage maternel accordée à l'évaluation globale favoriserait l'acquisition des connaissances en numération de l'enfant en encourageant sa confiance à l'égard de ses compétences en numération (Bleeker & Jacobs, 2004; Bouffard, Boisvert & Vezeau, 2003; Toci & Engelhard, 1991). En ce sens Rogoff et ses collègues (1993) soulignent le caractère culturel de la motivation à la tâche lors des activités mère-enfant. Selon ces auteurs, les comportements maternels qui encouragent la participation active et l'engagement de l'enfant à la tâche sont caractéristiques des communautés occidentales. Ces comportements faciliteraient la transmission des connaissances préparatoires à l'école par les parents et l'évaluation de leur acquisition par l'enfant. Rogoff (1996) suggère qu'en accordant une importance primordiale à la transmission des connaissances de nature académique, même lors des épisodes de jeu avec leur enfant, les parents prépareraient l'adaptation de l'enfant au contexte scolaire qu'il fréquentera pendant une partie de sa vie. Ces comportements motivateurs seraient d'autant plus présents au sein des activités à caractère scolaire (Rogoff et al., 1993) comme les tâches de numération utilisées pour la présente étude.

Alors que nous avions prédit que les opérations d'évaluations locales se situeraient en phase de consolidation, elles entrent à peine en phase de modelage. Malgré tout, 35% des mères ont communiqué une rétroaction à l'enfant en guise d'évaluation locale. Un examen de ces rétroactions a révélé qu'elles servaient surtout à

encourager les efforts de l'enfant en les associant aux étapes réussies avec succès. Elles étaient positives et égayaient l'atmosphère. À l'instar de l'évaluation globale, les mères ont attribué une fonction de soutien affectif aux opérations d'évaluations locales, plutôt qu'une fonction purement cognitive. Soulignons que ces opérations se prêtent naturellement aux manifestations positives et à l'encouragement des efforts de l'enfant, de par leur position dans la séquence des opérations nécessaires à la réalisation de la tâche : elles s'inscrivent à la suite des opérations de réalisation du plan, exécutées en grande partie par l'enfant. Par ailleurs, ces opérations sont moins intimement liées à la réussite de la tâche que les opérations d'anticipation (globale et locale) et de réalisation du plan. Ainsi, en altérant la fonction des opérations d'évaluation, les mères ne remettaient pas en cause la réussite de la tâche, s'assurant au contraire de maintenir l'intérêt et la motivation de l'enfant à la tâche, une dimension essentielle à un étayage maternel efficace (Wood et al., 1976). En effet, le maintien de la motivation et de l'intérêt de l'enfant faciliterait le développement cognitif de l'enfant de façon à deux niveaux, et pourrait donc être conçu comme un mécanisme central du développement cognitif. Premièrement, cette stratégie maternelle permet à l'enfant d'être réceptif à l'apprentissage des compétences requises par la tâche, favorisant ainsi la transmission des connaissances (Meadows, 1996; Meins et al., 1998). Deuxièmement, les évaluations affectives positives favoriseraient directement le transfert des responsabilités de la mère à l'enfant puisqu'elles encouragent le sentiment de compétence de l'enfant. Celui-ci prend davantage l'initiative d'accomplir les responsabilités qui lui sont léguées, multipliant ainsi les occasions de pratiquer ses compétences émergentes en numération (Diaz et al., 1991).

Les résultats relatifs aux opérations d'évaluation incitent en outre à éclaircir la contribution du contexte socio-affectif dans lequel s'effectuent les expériences précoces de l'enfant avec le système de nombres, un objectif visé par le deuxième article, dont les résultats sont résumés ci-après.

L'importance du climat affectif dyadique et des caractéristiques de l'enfant à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En continuité avec le premier article, les résultats révèlent que la qualité du climat affectif des interactions entre la mère et l'enfant est associée à leur collaboration en contexte de numération. Chez les dyades qui effectuent l'activité de numération dans un climat harmonieux, l'enfant participe davantage aux différentes opérations de l'activité, tandis que la mère supervise la réalisation de l'activité surtout par le biais de rétroactions affectives positives sur la performance dyadique. Ainsi, chez les dyades où règne une atmosphère de plaisir, l'enfant participe davantage aux opérations plus simples d'exécution du sous-but, mais prend aussi l'initiative de participer aux opérations plus complexes, reliées au bon déroulement de l'activité, soit les opérations de définition du sous-but. Il est de surcroît plus affectivement engagé dans l'activité et émet davantage de rétroactions positives et d'évaluations sur la performance dyadique. Soulignons que les mères des dyades qui interagissent de façon harmonieuse s'engagent elles-mêmes davantage affectivement dans l'activité : elles évaluent la performance de l'enfant en l'encourageant et lui procurent des rétroactions positives. L'ampleur de cet effet est substantiel et indépendant de la contribution des compétences verbales de l'enfant : la participation active accrue de l'enfant qui est associée à un climat affectif harmonieux ne constitue pas un artefact des compétences verbales de l'enfant.

Cependant, compte tenu de la nature dynamique des phénomènes observés, il est probable que l'apport d'encouragements et de rétroactions positives par la mère contribue à cette atmosphère harmonieuse. Les dyades en harmonie se caractérisent par un patron collaboratif qui encourage l'apprentissage de la numération chez l'enfant. L'élément clé de ce patron collaboratif réside dans la participation active de l'enfant à l'activité. En effet, en participant activement aux opérations de définition du sous-but, l'enfant a l'opportunité d'acquérir des compétences avancées en numération

et des stratégies d'auto-renforcement. En effet, selon une perspective vygotskienne, les encouragements et les attributions de compétence expérimentés sur le plan interpersonnel seraient intériorisés par l'enfant et se transformeraient éventuellement en stratégie autorégulatoire favorisant la persévérance à la tâche (Aunola et al., 2003; Berry & West, 1993; Harter, 1992) : grâce à des interactions cognitives répétées avec une mère encourageante, l'enfant développerait la capacité de s'auto-attribuer les encouragements initialement procurés par sa mère, et ce, même en l'absence de cette dernière. En somme, on peut suggérer que la participation de l'enfant soutenue par un climat affectif harmonieux lui permet d'acquérir et d'exercer des compétences en numération, tout en apprenant à s'auto-encourager dans ce domaine.

Nous avons émis l'hypothèse que les compétences verbales de l'enfant seraient associées à la participation de l'enfant à l'activité, particulièrement aux opérations plus complexes de définition du sous-but. Les résultats ont confirmé cette hypothèse, de même que celle voulant que les compétences verbales seraient associées à l'encadrement procuré par la mère, en particulier aux opérations d'exécution du sous-but. À cet égard, les mères des enfants dont la compréhension verbale est limitée gèrent l'activité selon un mode directif, en conservant la responsabilité d'effectuer les opérations les plus simples d'exécution du sous-but, ce qui n'est pas le cas lorsque l'enfant présente une compréhension verbale élevée. Dans ces dyades, la mère s'implique dans la gestion de l'activité, mais de façon non-directive, soit en veillant à la bonne progression de l'activité (participation aux opérations de monitoring de la progression). Ces résultats sont cohérents avec les nombreux travaux suggérant que le niveau de soutien offert par la mère varie en fonction de l'habileté de l'enfant à comprendre les directives et les consignes de la tâche (Conner & Cross, 2003; Fidalgo & Pereira, 2005; Moss, 1992; Parent & Moss, 1994, 1995; Saxe et al., 1987). Il semble donc qu'un niveau de compréhension verbale élevé chez l'enfant facilite la tâche d'encadrement de la mère. De fait, comme l'enfant comprend mieux les consignes verbales (définition du sous-but), il peut exécuter le sous-but avec moins d'implication

de la part de sa mère. En retour, comme la mère s'implique moins directement dans l'exécution du sous-but, sa supervision peut se résumer à la communication d'une rétroaction à l'enfant suite à l'exécution du sous-but par l'enfant (monitorage de la progression).

Cet effet est d'ampleur substantielle et est distinct de l'effet du climat affectif. Par ailleurs, alors qu'un climat affectif harmonieux est associé à la participation accrue de l'enfant à l'ensemble de l'activité, une compréhension verbale élevée chez l'enfant est associée surtout à sa participation accrue aux opérations complexes de définition du sous-but, qui sollicitent des compétences verbales plus avancées. Tel que discuté précédemment, en plus de faire appel à des compétences verbales plus étendues, ces opérations sollicitent des connaissances plus avancées en numération. Ainsi, en participant activement aux opérations de définition du sous-but, l'enfant augmente ses opportunités de consolider ses compétences numériques avancées (voir Christian et al., 1998; Jordan & Rutgers, 1995).

Contrairement à nos attentes et à l'étude de Parent et Moss (1995), les présents résultats n'ont pas révélé d'effet d'interaction entre le climat affectif et les compétences verbales de l'enfant. La nature des tâches utilisées (planification pour Parent et Moss, par opposition à numération, ici) et la mesure d'affectivité (globale [qualité de l'attachement] pour Parent et Moss, par opposition à situationnelle [climat affectif] ici) utilisée sont deux différences importantes avec l'étude de Parent et Moss. Ces différences pourraient expliquer l'absence d'effet. En outre, le rôle des compétences verbales en contexte de planification pourrait être davantage central qu'en contexte de numération. En effet, en contexte de numération, une bonne compréhension des nombres pourrait être plus importante pour la réussite de l'activité que des compétences verbales élevées : un enfant qui possède des compétences verbales limitées pourrait ainsi réussir une tâche de numération en palliant par une bonne compréhension des nombres (Jordan, 2000). Quant à notre mesure d'affectivité

situationnelle, elle risquait plus d'être influencée par des facteurs circonstanciels (par exemple : l'état affectif des partenaires, la perception de la tâche) que la mesure d'affectivité de Parent et Moss, qui se basait sur la qualité générale de la relation mère-enfant.

Les hypothèses énoncées en lien avec la diversité des expériences conjointes de numération sont partiellement corroborées. Tel qu'attendu, lorsque les enfants participent à une moins grande diversité d'activités de numération conjointes, les mères exercent un plus grand contrôle sur la réalisation de la tâche de numération mère-enfant. L'ampleur de cet effet est toutefois modeste. Ces mères participent davantage à la réalisation des opérations d'exécution du sous-but, et ce, même si les enfants participent autant à la réalisation de ces opérations que les enfants à diversité élevée. On observe cependant que les enfants à diversité faible participent davantage aux opérations de monitoring de la progression comparativement aux enfants à diversité élevée. L'encadrement directif procuré par les mères de ces dyades pourrait refléter une tentative de répondre à des demandes d'approbation communiquées par l'enfant. En effet, la participation accrue des enfants à faible diversité aux opérations de monitoring de la progression pourrait être interprétée comme une recherche de rétroaction de la part de leur mère : comme ces enfants ont eux aussi moins d'expérience à effectuer des activités de numération conjointes, ils pourraient demander davantage de soutien quant au déroulement de la tâche et à l'efficacité de leur performance. Ces résultats sont ainsi cohérents avec ceux de Moss, Gosselin, Parent, Rousseau et Dumont (1997) qui révèlent que les dyades moins expérimentées à collaborer ensembles requièrent davantage de coordination sociale afin de réaliser une activité cognitive conjointe.

Contributions de l'étude

La présente étude comporte des contributions importantes. Dans un premier temps, les principales contributions aux travaux antérieurs sur l'apprentissage de la numération sont discutées. Les contributions résultant de la prise en compte de l'affectivité sont discutées dans un deuxième temps.

Contributions aux travaux antérieurs en numération. En ce qui concerne les principales contributions aux travaux antérieurs en numération, mentionnons tel que soulevé dans le premier article, l'appui additionnel apporté à la pertinence d'étudier le développement de la numération en contexte de collaboration. Dans une étude de Meijer et Elshout (2001), auprès des jeunes du secondaire, l'évaluation du rendement en mathématiques en contexte de collaboration a permis d'améliorer substantiellement la prédiction du rendement mathématique effectué sur la base d'un test du rendement individuel. De même, les travaux de Pianta et ses collègues indiquent que la qualité de la collaboration mère-enfant lors de deux tâches de résolution de problèmes conjointes à l'entrée à la maternelle permet de prédire les acquis scolaires de l'enfant (littératie et mathématiques) de l'enfant, de la première année du primaire (Pianta & Harbers, 1996) à la deuxième année du secondaire (Morrison et al., 2003). Conjointement, ces résultats suggèrent une bonne validité prédictive à court (Meijer & Elshout) et à long terme (Morrison et al., 2003; Pianta & Harbers, 1996) pour ce contexte d'évaluation des compétences en numération.

L'un des avantages de ce contexte d'évaluation est qu'il permet d'identifier les compétences qui sont en émergence et qui bénéficient de l'étayage maternel, ce que l'évaluation en contexte individuel ne permet pas d'observer étant donné sa centration sur les compétences que l'enfant maîtrise déjà de façon autonome (Rogoff, 2003). Un contexte d'évaluation dyadique procure donc un aperçu du futur en numération de

l'enfant (Vygotsky, 1934/1978). Il permet en outre de mieux cerner les stratégies utilisées par les mères pour étayer l'acquisition des compétences numériques en émergences. Même si les travaux de Saxe et al. (1987), de Fluck (1995; Linnell & Fluck 2001) et de Bjorklund et al. (2004) avaient déjà mis en évidence certaines caractéristiques de l'étayage maternel en contexte de numération mère-enfant, les résultats de notre étude complètent ceux de ces chercheurs de cinq façons.

Premièrement, en conceptualisant la collaboration mère-enfant en termes du partage des responsabilités nécessaires pour réussir la tâche, l'importance de la participation active de l'enfant dans son propre développement a été prise en compte (Larivée et al., 2000; Piaget, 1965; Rogoff, 1990). Cette conceptualisation a en outre permis d'inférer le niveau de maîtrise des compétences numériques de l'enfant sur la base des responsabilités dyadiques qu'il assumait. L'examen des interactions mère-enfant dans les études de Saxe et al. (1987) et de Fluck (1995; Linnell & Fluck, 2001) mettait quant à lui principalement l'accent sur le rôle de la mère. La contribution de l'enfant aux échanges dyadiques était peu explorée et visait à préciser la réponse de la mère aux succès et aux échecs de l'enfant lors de la tâche. Ces travaux informaient ainsi de façon limitée sur la maîtrise des compétences numériques par l'enfant.

Deuxièmement, cette étude a permis d'informer sur les compétences de l'enfant et les stratégies d'étayage maternel en regard de la reconnaissance des nombres écrits, une dimension de la numération ignorée par les travaux de Saxe et al. (1987) et de Fluck (1995; Linnell & Fluck, 2001), ceux-ci s'étant respectivement intéressés au comptage et à la maîtrise de la cardinalité. Ainsi, au même titre que le comptage et la cardinalité, nos résultats indiquent que la période préscolaire constitue également une période clé pour le développement de la reconnaissance des nombres écrits. Malgré les débats, la reconnaissance des nombres écrits serait par ailleurs une

compétence dont l'acquisition est déjà bien entamée (Baroody & Dowker, 2003; Resnick, 1989).

Troisièmement, l'utilisation de tâches amusantes et se rapprochant des activités de numération que la mère et l'enfant pourraient spontanément effectuer à la maison, a permis de constater que les mères encouragent l'apprentissage de la numération même dans une activité dont le but est ludique et ne vise pas directement l'enseignement des compétences numériques (comme c'est le cas des tâches utilisées par Saxe et al., et dans une moindre mesure, celle de Fluck) (Rogoff, 1990). Cette étude met donc en exergue la pertinence d'examiner le développement de la numération au sein des interactions mère-enfant non seulement dans les situations qui ont pour but l'enseignement d'une compétence numérique, mais également dans différents contextes du quotidien où la mère et l'enfant s'adonnent à des activités qui font appel au système de nombres (par exemple : mettre la table, partager des jouets, compter les marches, reconnaître un numéro de téléphone), comme l'ont fait récemment Benigno et Ellis (2004) par exemple.

Quatrièmement, hormis les travaux de Saxe et al. (1987) et ceux de Bjorklund et al. (2004), la majorité des études antérieures ont examiné les interactions mère-enfant dans le cadre d'une seule activité de numération. L'examen de la collaboration mère-enfant dans deux activités de numération faisant appel à des compétences numériques différentes a ainsi permis d'augmenter la représentativité de nos résultats et les connaissances sur les variations et les similitudes comportementales selon les contextes d'évaluation d'une compétence cognitive. Comme les similitudes l'emportent sur les variations (voir les résultats des articles 1 et 2), cette étude appuie la stabilité de la collaboration mère-enfant dans le contexte de deux tâches de numération effectuées à intervalles rapprochées.

Enfin, bien que Saxe et al. (1987) aient inclus une mesure de la qualité de l'environnement distal (statut socio-économique de la famille) et une mesure des caractéristiques cognitives de l'enfant (compétences préalables en numération), la présente étude se distingue de celle de Saxe et al. (1987) par l'examen des caractéristiques relationnelles et personnelles beaucoup plus proximales (diversité des expériences de numération conjointes de l'enfant, climat affectif dyadique et compétences verbales de l'enfant). Cette contribution majeure, qui sera discutée de façon détaillée plus loin, a permis d'enrichir les travaux antérieurs en montrant qu'un examen des interactions de numération mère-enfant qui vise à refléter la réalité de la dyade doit prendre en considération non seulement des caractéristiques de l'environnement plus éloigné de l'enfant, mais également des caractéristiques plus proximales : le climat affectif dyadique dans lequel s'effectue l'activité de numération et les caractéristiques personnelles à l'enfant (Lemétayer, 2001; Piaget, 1964; Rogoff, 1990).

La contribution de l'affectivité. Outre ces contributions aux travaux antérieurs sur l'apprentissage de la numération lors d'une tâche de numération mère-enfant, l'un des principaux apports de cette étude réside dans la distinction entre les opérations qui réfèrent à l'anticipation a priori d'une opération et celles qui concernent l'évaluation post-hoc de celle-ci (dans l'article 2 : monitoring de la progression). Cette distinction que nous avons effectuée en nous inspirant des travaux de St-Laurent (1999; St-Laurent & Moss, 2003), de Sigel (1998) et de Zelazo, Carter, Reznick & Frye (1997) a permis de montrer que dans le contexte d'une tâche de numération à quatre ans, les mères accordent une fonction affective aux opérations d'évaluation. À cet âge et dans un contexte de numération, l'affectivité constituerait donc une dimension centrale de l'étayage maternel. À notre connaissance, le rôle de l'affectivité dans l'apprentissage de la numération au sein des activités de numération mère-enfant n'a pas été mis en

évidence par les études empiriques antérieures. Bien que les travaux sur l'apprentissage de la numération lors des interactions mère-enfant se soient pour la plupart inspirés d'un modèle socioculturel du développement cognitif, ils sont demeurés centrés sur un cadre et une interprétation strictement socio-cognitive, négligeant ainsi l'affectivité.

Ainsi, même si l'utilisation d'une méthode dynamique d'évaluation des compétences semble pallier à l'insatisfaction générée par l'étude des « mathématiques froides » (Ginsburg & Asmussen, 1988; Ginsburg et Goldbeck, 2004), on peut argumenter, à l'instar de Ginsburg et Asmussen (1988), que la centration sur la transmission, bien que sociale, des compétences en numération, demeure lacunaire et inapte à expliquer tous les phénomènes observés au seins des interactions adulte-enfant. Ces auteurs soutiennent en outre que les compétences liées aux nombres interagissent de façon complexe avec l'affectivité et avec une panoplie de caractéristiques intrapersonnelles de l'enfant telles que les croyances, le style cognitif, la motivation et l'identité. La position de Ginsburg et ses collègues (Ginsburg & Asmussen, 1988; Ginsburg et Goldbeck, 2004) n'a malheureusement pas été testée empiriquement auprès d'une population préscolaire et dans le contexte des interactions mère-enfant. Il convient donc de se pencher sur un examen plus élargi de la littérature sur le rôle des relations interpersonnelles dans le développement des compétences cognitives pour constater que divers travaux appuient l'importance de l'affectivité dans le développement cognitif de l'enfant (Bus et al., 1995; Cyr & Moss, 2001; de ruiter & van Ijzendoorn, 1993; Diaz et al., 1991; Estrada, et al., 1987; Hartup, 1987; Meins et al., 1998; Moss, 1992; Moss & St-Laurent, 2001; Parent et al., 2000; Parent & Moss, 1995). Les résultats de la présente étude suggèrent que l'apprentissage de la numération ne ferait pas exception à la règle.

L'article 2 visait à approfondir l'examen de la contribution de l'affectivité à l'apprentissage de la numération lors des activités de numération mère-enfant. Les

résultats de cet article ont en ce sens démontré qu'un climat affectif harmonieux est associé à une plus grande participation de l'enfant à toutes les opérations nécessaires à la réussite de la tâche, incluant les plus complexes. De leur côté, les mères des dyades en harmonie supervisent la tâche en incluant l'enfant dans les aspects décisionnels de celle-ci tout en s'assurant de maintenir son intérêt et sa motivation. Ces résultats ont de plus mis en lumière la présence d'un patron collaboratif qui inciterait l'enfant à apprendre à s'auto-encourager, d'abord dans un cadre interactionnel. Ces résultats appuient ainsi la thèse de plusieurs auteurs (Diaz et al., 1991; Gronick & Ryan, 1989; Meins et al., 1998; Parent et al., 2000; Parent & Moss, 1995) selon laquelle un climat affectif positif et soutenant l'affectivité encouragerait la mise en place d'un patron collaboratif qui favoriserait l'apprentissage de la numération chez l'enfant lors des activités de numération mère-enfant. Qui plus est, la contribution du climat affectif à un style de collaboration qui favorise l'apprentissage de la numération chez l'enfant, est indépendante de celle des compétences verbales de l'enfant, de la diversité de ses expériences conjointes qu'il effectue avec les nombres à la maison et de la scolarité maternelle. Jusqu'à maintenant, aucune étude n'avait pris en considération, de façon simultanée, la contribution de ces différentes variables personnelles à l'enfant et issues de son environnement interpersonnel à la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En outre, l'examen conjoint du climat affectif dyadique, de la diversité des expériences conjointes avec les nombres de l'enfant, et de ses compétences verbales, a permis de mettre en lumière la contribution indépendante de chacune de ces variables à la collaboration mère-enfant en contexte de numération.

Limites de l'étude

Cette étude s'accompagne bien sûr de quelques limites. Les limites qui concernent les tâches de numération utilisées sont d'abord discutées. La validité écologique des résultats est ensuite discutée. Puis, un ensemble de limites méthodologiques est présenté : l'absence d'une mesure de la familiarité et de la

perception des mères à l'égard des tâches de numération et d'une mesure des compétences en numération de l'enfant préalable à la tâche de collaboration. Enfin, la causalité des résultats est discutée.

Limites concernant les tâches de numération. D'abord, dans le souci d'analyser des interactions mère-enfant qui se rapprochent de celles qui pourraient être observées à la maison, nous avons pris soin d'administrer des tâches de numération qui ressemblent à celles qu'une mère et son enfant de quatre ans pourraient effectuer spontanément ensemble. Ces tâches étaient donc complexes et, comme les activités de numération issues du quotidien de l'enfant, elles faisaient intervenir diverses habiletés, dont des habiletés de planification. Il ne s'agissait donc pas de tâches de numération « pures » et simples où la compétence sollicitée peut être cernée avec certitude. Il va sans dire que dans un tel contexte, les stratégies d'encadrement maternel sont également plus faciles à cibler et à associer avec la compétence visée par l'encadrement. En dépit de la grille microanalytique visant à diminuer le problème de l'ambiguïté de la tâche, il pouvait être difficile d'assurer que l'enfant maîtrisait une compétence spécifique en numération puisque chaque opération faisait appel à des compétences en numération et en planification (globale, locale ou dans l'action).

Il convient cependant de rappeler que l'élément central de la définition de la numération est « l'application du nombre à la réalité quotidienne de l'individu » (Johnston, 1994). Les compétences en numération sont ainsi sollicitées afin de résoudre des problèmes complexes, multidimensionnels, qui font également intervenir d'autres formes de compétences (verbales, planification, mémoire à court terme) (Ginsburg & Asmussen, 1988; O'Donoghue, 2002). En se rapprochant des activités issues du quotidien des dyades, les tâches de numération choisies pour cette étude sont cohérentes avec cette perspective. Si l'étude du développement de la numération à l'aide de tâches épurées permet effectivement d'avoir un examen plus juste, plus précis des compétences numériques mises en œuvre et permet de mieux cerner les

différentes compétences étayées par les mères, elle permet plus difficilement d'assurer que les observations reflètent les défis quotidiens de l'enfant et de sa famille. Il importe que les études futures sur le développement de la numération en contexte de collaboration mère-enfant éclaircissent cette question. Une approche méthodologique qui pourrait apporter des pistes d'information consisterait à construire une grille de codage qui en plus d'examiner le processus des interactions mère-enfant (la participation aux opérations nécessaires pour réussir la tâche), ciblerait le contenu des interventions de la mère et de l'enfant. Cet ajustement permettrait de cerner avec plus d'exactitude les compétences que la mère tente d'étayer et les compétences exercées par l'enfant.

Validité écologique des résultats. D'autre part, en dépit de la précaution apportée à la sélection des tâches afin qu'elles s'harmonisent avec le quotidien des dyades, la validité écologique des résultats mérite d'être discutée. En effet, plusieurs études ont montré que les interactions mère-enfant diffèrent selon qu'elles sont observées à la maison ou au laboratoire (Bronfenbrenner, 1977; Gelman & Massey, 1987; Rogoff, 1990). Même si les observations en laboratoire ont été effectuées à l'aide de technologies discrètes (caméras peu visibles, absence de l'expérimentatrice dans le local), des observations à la maison s'imposent pour corroborer les résultats obtenus. En effet, Benigno et Ellis (2004) ont montré que la collaboration mère-enfant varie en fonction de la constellation familiale et des membres de la famille qui se trouvent parfois impliqués, avec la mère et l'enfant, dans l'activité de numération. Qui plus est, les observations de Gelman et Massey (1987) ont révélé que les interactions parent-enfant qui encouragent l'apprentissage de la numération, comme celles observées en laboratoire (par exemple: interactions dans la ZDP de l'enfant, ajustement de l'encadrement aux compétences de l'enfant), se produisent peu fréquemment dans le quotidien des enfants de milieu socio-économique favorisé. Il convient donc d'interpréter les résultats de cette étude avec précaution puisqu'il est possible qu'ils reflètent spécifiquement les rares contextes de numération mère-enfant

où, à l'instar du laboratoire, la mère et l'enfant sont entièrement disponibles et concentrés à la tâche.

Autres limites méthodologiques. La familiarité des mères face aux deux tâches de numération employées est par ailleurs une variable qui n'a pas été mesurée. Il est toutefois possible que la familiarité des mères avec les tâches de numération ait influencé l'encadrement qu'elles ont procuré à leur enfant. Sur la base des études antérieures, on pourrait s'attendre à ce que compte tenu de leur incertitude quant à l'exécution de la tâche, les mères moins familières avec les tâches utilisées conservent davantage le contrôle sur celles-ci, limitant alors la participation de l'enfant, surtout aux opérations décisionnelles (Goodsitt, Raitan & Permuter, 1988; Normandeau & Arseneault, 1994). Afin de vérifier la contribution de la familiarité, il pourrait s'avérer pertinent que les études futures en contexte de numération mère-enfant incluent une condition de familiarisation avec la tâche. En effet, en incluant une condition de familiarisation avec la tâche, Normandeau et Arseneault (1994) ont constaté que les mères familières avec une tâche de permutation accordaient davantage de responsabilités à leur enfant dans la résolution de la tâche, comparativement aux mères non-familières. De plus, les mères familières utilisaient davantage de stratégies de résolution de problèmes générales tandis que les mères non-familières encadraient leur enfant en utilisant des directives spécifiques, axées sur le contenu de l'activité. Le rendement individuel des enfants a ensuite révélé que les enfants des dyades familières utilisaient des stratégies de résolution de problème plus sophistiquées que les enfants des dyades non-familières.

Dans le même ordre d'idées, la perception des mères à l'égard des tâches à caractère mathématique n'a pas été évaluée préalablement à la réalisation des tâches avec l'enfant. Deux dimensions de cette perception méritent d'être examinées puisqu'elles pourraient contribuer aux ajustements des comportements d'encadrement

maternel. Premièrement, la perception de la mère à l'égard de ses propres compétences en numération pourrait influencer le style d'encadrement qu'elle procure à l'enfant (Hyde et al., 2006). Deuxièmement, la perception de la mère à l'égard des compétences en numération de son enfant pourrait influencer l'encadrement qu'elle lui procure en contexte de numération. En effet, Rogoff, Ellis et Gardner (1984) ont montré que les mères ajustent leur encadrement à la perception qu'elles ont des compétences de leur enfant plutôt qu'à ses compétences réelles.

D'autre part, cette étude ne comportait pas de mesure des compétences de l'enfant en numération avant la tâche de numération mère-enfant. Or, les compétences préalables de l'enfant en numération pourraient en partie expliquer la collaboration mère-enfant lors des deux tâches de numération. Une mesure des compétences en numération, administrée sous forme de pré-test avant l'activité de numération conjointe permettrait de préciser, ou du moins, de contrôler pour la contribution de cette variable. Troisièmement, il convient de mentionner l'absence, dans cette étude, d'une mesure unique du climat affectif et de la collaboration mère-enfant. Enfin, une mesure des activités quotidiennes de collaboration en numération permettrait d'aller au-delà d'un score de diversité et enrichirait les présents résultats.

Causalité des résultats. La nature corrélationnelle du devis limite par ailleurs les conclusions qui concernent la causalité des résultats. Ainsi, des recherches expérimentales permettraient d'affirmer avec plus de certitude la direction de la relation entre les différentes variables qui contribuent à la collaboration mère-enfant en contexte de numération, le patron collaboratif observé, et ultimement la performance autonome en numération de l'enfant. La nature corrélationnelle de cette étude ne permet également pas d'éliminer d'autres formes d'influence sur la collaboration mère-enfant en contexte de numération. En ce sens, il est possible qu'une contribution génétique s'exprime à travers les compétences verbales de

l'enfant, ses connaissances préalables en numération ou même à travers le niveau d'éducation maternelle. À l'heure actuelle, il est donc impossible d'exclure qu'un patron collaboratif favorisant l'apprentissage de la numération soit en partie expliqué par une influence génétique partagée entre la mère et l'enfant (Deater-Deckhard & O'Connor, 2000). Quoi qu'il en soit, la possibilité d'une contribution génétique à la collaboration mère-enfant en contexte de numération, via les compétences de l'enfant ou de la mère, n'atténue pas la pertinence d'approfondir l'examen de la contribution des variables environnementales.

Perspectives futures

Les résultats de cette étude soulèvent de nombreuses questions quant à la contribution des interactions parent-enfant au développement de la numération pendant la période préscolaire. L'une des principales avenues de recherche future concerne la poursuite de l'exploration de la dimension affective des situations de numération parent-enfant. À cet égard, l'examen de la littérature sur le développement de la numération pendant la période préscolaire montre que plusieurs études ont examiné l'influence des variables environnementales, comme le statut socio-économique (SSE) ou le niveau d'éducation de la mère (Ginsburg & Russell, 1981; Saxe et al., 1987). En ce qui concerne le statut socio-économique, les résultats sont disparates (Ginsburg et Russell, 1981; Morisset, Barnard, Greenberg, Booth & Spieker, 1990; Saxe et al., 1987). Une avenue de recherche intéressante a été mise en lumière par des études récentes qui ont montré que les caractéristiques de l'environnement distal (comme le SSE) se manifestaient de façon plus proximale au sein des interactions cognitives mère-enfant et qu'elles étaient à l'origine de différences inter-individuelles en regard de la qualité cognitive et affective de ces interactions (Dubois-Comtois & Moss, 2004; Morisset et al., 1990; Parent et al., 2000; St-Louis, Parent, Séguin, & Tremblay, 2007). Diverses caractéristiques de l'environnement familial et extra-familial pourraient donc exercer leur influence via le

climat affectif des activités de numération parent-enfant (Dubois-Comtois & Moss, 2004; St-Louis et al., 2007). En d'autres termes, il est possible que l'examen du climat affectif des activités de numération mère-enfant permette d'éclaircir des phénomènes que la centration sur les variables environnementales ou individuelles ne réussit pas à expliquer. Par exemple, il serait pertinent de vérifier si différents facteurs de risques, tels que l'exposition à un niveau de stress élevé, affectent la qualité du climat affectif dyadique, en empêchant le parent et l'enfant d'être affectivement disponibles à la tâche de numération et aux apprentissages qui pourraient être effectués dans ce contexte (Bus, 1993; Dubois-Comtois & Moss, 2004; Parent et al., 2000). En ce sens, les implications d'un climat affectif tendu ou hostile à l'apprentissage de la numération pendant les activités mère-enfant pourraient être grandes et devraient être évaluées par des études futures. À l'instar des résultats de Bus (1993) en littératie, un climat affectif tendu, hostile, pourrait nuire à l'apprentissage de la numération lors des activités de numération mère-enfant, et à plus long terme, un tel climat pourrait nuire à la motivation de l'enfant à s'engager dans ce type d'activité avec d'autres partenaires, ou nuire à l'intérêt pour les activités liées aux nombres. Dans ce contexte et dans un but préventif, il conviendrait d'aider les dyades mère-enfant dont les interactions sont caractérisées par la tension et l'hostilité à développer un partenariat plus ludique, orienté vers le plaisir de partager une activité de numération ensemble. L'évaluation de l'efficacité d'interventions axées sur l'amélioration du climat affectif dyadique en comparaison aux interventions classiques qui se centrent sur le rôle « d'enseignante » de la mère serait une bonne façon de démêler leurs contributions respectives.

L'exploration plus approfondie du rôle de l'affectivité concerne non-seulement les activités de numération effectuées avec la mère, mais toute activité de numération conjointe, surtout lorsque cette activité est effectuée au sein d'une relation intime (Hartup, 1987). Toutefois, il appert que l'étude des interactions cognitives conjointes s'effectue encore majoritairement via l'observation des interactions mère-enfant (voir

Lamb, 2004; Teti, Bond & Gibbs, 1988; Yogman, 1995). La numération se présenterait comme un contexte particulièrement intéressant pour l'observation de la collaboration père-enfant. En effet, les compétences liées aux nombres sont historiquement définies comme typiquement masculines, et sont encore régulièrement caractérisées comme des compétences mieux maîtrisées par les hommes (Ben-Zeev, Duncan & Forbes, 2005; Bleeker & Jacobs, 2004; Simpkins, Davis-Kean & Eccles, 2005). Qui plus est, une étude récente de Hyde et ses collègues (2006) révèle que chez les enfants de 5^e année du primaire, l'aide aux devoirs en mathématiques est dispensée de façon égale par le père et la mère. Dans ce contexte, en quoi l'étayage paternel des compétences émergentes de l'enfant en numération diffère-t-il de l'étayage maternel de ces compétences? Quelles seraient les variations dans la participation de l'enfant en réponse à l'étayage paternel ou maternel? Les études qui ont examiné les différences inter-parentales en regard des interactions de tutelle parent-enfant obtiennent des résultats divergents et incitent davantage à la recherche de complémentarité des apports de chaque parent au développement cognitif de l'enfant (Bergonnier-Dupuy, 1997; Le Camus, 1995). Il serait tout de même intéressant que des études futures examinent la contribution du climat affectif à la collaboration père-enfant en contexte de numération pendant la période préscolaire.

Une seconde avenue de recherche pertinente concerne l'examen des caractéristiques individuelles de l'enfant qui influencent sa participation en contexte de numération parent-enfant, l'encadrement parental de ses compétences émergentes en numération, et possiblement même le climat affectif dyadique (St-Louis et al., 2007). Les résultats de notre étude, principalement ceux présentés dans l'article 2, soulignent l'importance de concevoir l'enfant comme un participant actif dans l'acquisition des compétences numériques. Parmi les caractéristiques de l'enfant qu'il serait pertinent de prendre en considération, on compte le tempérament de l'enfant (Coplan, Barber & Lagacé-Séguin, 1999), ses caractéristiques cognitives comme la

mémoire à court terme (Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby & Stern, 2004; Fuchs, 2003; Fuchs, Compton, Fuchs, Paulsen, Bryant & Hamlett, 2005; Parent et al., 2005), et certains traits comportementaux (par exemple : l'opposition). Enfin, il apparaît important de reproduire de telles études auprès de populations cliniques pour lesquelles le développement de la numération et éventuellement l'apprentissage des mathématiques en contexte scolaire risquent d'être compromis. Entre autres, avec les diagnostics de Troubles déficitaires de l'attention (avec ou sans hyperactivité) et de troubles des apprentissages qui ne cessent d'augmenter (Gersten, Jordan & Flojo, 2006), il apparaît pertinent de mieux comprendre la contribution de ces difficultés à la collaboration en contexte de numération avec les parents et éventuellement avec le professeur. Une compréhension améliorée des dynamiques parent-enfant et professeur-enfant dans ce contexte d'apprentissage pourrait ainsi s'avérer utile afin de guider l'intervention précoce en mathématiques auprès de ces enfants.

Enfin, l'importance d'étudier le développement de la numération en contexte de collaboration mère-enfant pendant la période préscolaire réside en grande partie dans la préparation de l'enfant à la scolarisation. Il est par conséquent essentiel de mieux comprendre la préparation aux mathématiques scolaires que l'enfant a reçue par le biais de ses expériences conjointes avec les nombres en milieu familial pendant la période préscolaire. Les résultats de Pellegrini et al. (1995) suggèrent en ce sens que les patrons de collaboration observés entre l'enfant et les différents membres de sa famille seraient associés à ceux observés ultérieurement en milieu scolaire, entre l'enfant, son enseignant(e) et ses pairs. Ces résultats suggèrent la présence de continuité et de généralisation dans les patrons de collaboration dyadique, et mettent en exergue l'importance de poursuivre l'étude des interactions parent-enfant, enseignant-enfant et pair-enfant en contexte de numération pendant la période scolaire et au cours de l'adolescence afin de mieux comprendre son évolution et d'aider les

enfants à développer une collaboration optimale avec leurs différents partenaires de numération.

RÉFÉRENCES

(Sections avant-propos, introduction et discussion générale)

- Adams, M.J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Anderson, A. (1995). Families and mathematics: A study of parent-child interactions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 484-511.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713.
- Aunola, K., & Nurmi, J.E. (2004). Maternal affection moderates the impact of psychological control on children's mathematical performance. *Developmental Psychology*, 40, 965-978.
- Aunola, K., Nurmi, J.E., Lerkkanen, M.K., & Rasku-Puttonen, H. (2003). The role of achievement-related behaviours and parental beliefs in children's mathematical performance. *Educational Psychology*, 23, 403-421.
- Baroody, A.J. (1987). *Children's mathematical thinking*. New York: Teachers College Press.
- Baroody, A.J., & Dowker, A. (2003). The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ben-Zeev, T., Duncan, S., & Forbes, C. (2005). Stereotypes and math performance. Dans J.I.D. Campbell (Éd), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 235-249). New-York: Psychology Press.
- Benigno, J.P., & Ellis, S. (2004). Two is greater than three: effects of older siblings on parental support of preschoolers' counting in middle-income families. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 4-20.
- Bergonnier-Dupuy, G. (1997). Stratégie éducative du père et construction de l'intelligence chez l'enfant d'âge préscolaire. *Enfance*, 371-379.
- Berry, J.M., & West, R.L. (1993). Cognitive self-efficacy in relation to personal mastery and goal setting across the life span. *International Journal of Behavioral Development*, 16, 351-379.
- Bialystok, E. (1992). Symbolic representation of letters and numbers. *Cognitive Development*, 7, 301-316.

- Bialystok, E., & Codd, J. (2000). Representing quantity beyond whole numbers: Some, none, and part. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 54, 117-128.
- Bideaud, J., Meljac, C. & Fischer, J.P. (1991). *Les Chemins du nombre*. Lille : Presses universitaires de Lille.
- Bideaud, J. (1997). Du bébé à l'enfant de Piaget : quelle construction du nombre? *Psychologie Française*, 42, 45-56.
- Bideaud, J. (1999). *Les chemins du nombre*. Presses Universitaires de Lille.
- Bijeljac-Babic, R., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1991). How do four-day-old infants categorize multisyllabic utterances? *Developmental Psychology*, 29, 711-721.
- Bisanz, J., Sherman, J.L., Rasmussen, C., & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. Dans, J.I.D. Campbell (Éd.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 143-162). New York: Psychology Press.
- Bjorklund, D.F., Hubertz, M.J., & Reubens, A.C. (2004). Young children's arithmetic strategies in social context: How parents contribute to children's strategy development while playing games. *International Journal of Behavioral Development*, 28, 347-357.
- Bleeker, M.M. & Jacobs, J.E. (2004). Achievement in math and science: do mothers' beliefs matter 12 years later? *Journal of Educational Psychology*, 96, 97-109.
- Blevins-Knabe, B., & Musun-Miller, L. (1996). Number use at home by children and their parents and its relationship to early mathematical performance. *Early Development and Parenting*, 5, 35-45.
- Bouffard, T., Boisvert, M., & Vezeau, C. (2003). The illusion of incompetence and its correlates among elementary school children and their parents. *Learning and Individual Differences*, 14, 31-36.
- Bronfenbrenner, U. (1977). Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*, 32, 513-531.
- Bruner, J.S. (1975). The ontogenesis of speech acts. *Journal of Child Language*, 2, 1-19.

- Bus, A.G. (1993). Attachment and emergent literacy. *International Journal of Educational Research*, 19, 573-581.
- Bus, A.G., van IJzendoorn, M.H., & Pelligrini, A.D. (1995). Joint book reading makes for success in learning to read: A meta-analysis on intergenerational transmission of literacy. *Review of Educational Research*, 65, 1-21.
- Caron, L., Parent, S., Normandeau, S., Tremblay, R., & Séguin, J. (sous-presse). Les caractéristiques de la collaboration mère-enfant à 48 mois dans deux tâches de numération. *L'Année Psychologique*.
- Case, R., Griffin, S., & Kelly, W.M. (2001). Socioeconomic differences in children's early cognitive development and their readiness for schooling. Dans S.L.Goldbeck (Éd.), *Psychological perspectives on early childhood education: Reframing dilemmas in research and practice* (pp. 37-63). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Christian, K., Morrison, F.J., Bryant, F.B. (1998). Predicting kindergarten academic skills: Interactions among child care, maternal education, and family literacy environments. *Early Childhood Research Quarterly*, 13, 501-521.
- Clements, D.H. (1999). Geometric and spatial thinking in young children. Dans, J.V.Copley (Éd.), *Mathematics in the early years* (pp.66-79). Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Cole, M. (1999). Cultural psychology: Some general principles and a concrete example. Dans Y. Engeström, R. Miettinen & R.-L. Punamäki (Éds.), *Perspectives on activity theory. Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives* (pp. 87-106). New York: Cambridge University Press.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. Dans L.B. Resnick (Éd.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Collins, W.A., Maccoby, E.E., Steinberg, L., Hetherington, E.M. & Bornstein, M.H. (2000). Contemporary research on parenting: The case for nature and nurture. *American Psychologist*, 55, 218-232.

- Conner, D.B., & Cross, D.R. (2003). Longitudinal analysis of the presence, efficacy and stability of maternal scaffolding during informal problem-solving interactions, *The British Journal of Developmental Psychology*, 21, 315-334.
- Cooper, R.G., Campbell R., & Blevine, B. (1983). Numerical representation from infancy to middle children: what develops? Dans D. Rogers & J.A. Sloboda (Éds.), *The acquisition of symbolic skills* (pp.523-535). New York: Plenum.
- Coplan, R.J., Barber, A.M. & Lagacé-Séguin, D.G. (1999). The role of child temperament as a predictor of early literacy and numeracy skills in preschoolers, *Early Childhood Research Quarterly*, 14, 537-553.
- Cordes, S., & Gelman, R. (2005). The young numerical mind : when does it count? Dans J.I.D. Campbell (Éd.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 127-142). New-York: Psychology Press.
- Cyr, C., & Moss, E. (2001). Le role des interactions mère-enfant et de la dépression maternelle à l'âge préscolaire dans la prédiction de l'attachement de l'enfant d'âge scolaire. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 33, 77-87.
- de Ruiter, C., & van Ijzendoorn, M.H. (1993). Attachment and cognition: A review of the literature. *International Journal of Educational Research*, 19, 525-540.
- Deater-Deckhard, K., & O'Connor, T.G., (2000). Parent-child mutuality in early childhood: Two behavioural genetic studies. *Developmental Psychology*, 36, 561-570.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Diaz, R.M., Neal, C.J., & Amaya-Williams, M. (1990). The social origins of self-regulation. Dans L.C. Moll (Éd.), *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology* (pp. 127-154). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Diaz, R.M., Neal, C.J., & Vacchio, A. (1991). Maternal teaching in the zone of proximal development: A comparison of low- and high-risk dyads. *Merrill-Palmer Quarterly*, 37, 83-108.

- Dobbs, J., Doctoroff, G.L., Fisher, P.H. & Arnold, D.H. (2006). The association between preschool children's socio-emotional functioning and their mathematical skills. *Applied Developmental Psychology, 27*, 97-108.
- Dubois-Comtois, K., & Moss, E. (2004). Relation entre l'attachement et les interactions mère-enfant en milieu naturel et expérimental à l'âge scolaire. *Canadian Journal of Behavioral Science, 36*, 267-279.
- Ellis, S. (1997). Strategy choice in sociocultural context. *Developmental Review, 17*, 490-524.
- Espy, K., McDiarmid, M., Cwik, M., Stalets, M. Hamby, A., & Stern, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465-486.
- Estrada, P., Arsenio, W.F., Hess, R.D., & Holloway, S.D. (1987). Affective quality of mother-child relationship: Longitudinal consequences for children's school-relevant cognitive functioning. *Developmental Psychology, 23*, 210-215.
- Fidalgo, Z., & Pereira, F. (2005). Socio-cultural differences and the adjustment of mothers' speech to their children's cognitive and language comprehension skills. *Learning and instruction, 15*, 1-21.
- FitzSimons, G.E., O'Donoghue, J., & Coben, D. (2001). *Adults and lifelong education in mathematics*. Melbourne, AUS: ALM and Language Australia.
- Fluck, M. J. (1995). Counting on the right number: Maternal support for the development of Cardinality. *The Irish Journal of Psychology, 16*, 133-149.
- Fuchs, L.S. et al. (2003). Explicitly teaching for transfer: Effects on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology, 95*, 293-305.
- Fuchs, L.S., Compton, D.L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J.D., & Hamlett, C.L. (2005). The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. *Journal of Educational Psychology, 97*, 493-513.
- Fuson, K.C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer Verlag.

- Fuson, K.C. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. Dans J. Bideaud, C. Meljac & J.P. Fischer (Éds.), *Les chemins du nombre* (pp. 159-179). Lille : Presses Universitaires de Lille
- Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. Dans D. Grows (Éd.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 243-275). New York: Macmillan.
- Gal, I. (2000). *Adult numeracy development: theory, research, practice*. New Jersey: Hampton Press.
- Gauvain, M. (1998). Social context, mathematics, and cognitive development: A promising research direction. *Learning and Instruction*, 8, 561-566.
- Geary, D.C. (2000). From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, 11-16.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Gelman, R. (1990). First principles organize attention to and learning about relevant data: number and animate-inanimate distinctions as examples. *Cognitive Science*, 14, 79-106.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gelman, R., & Massey, C. (1987). The cultural unconscious as contributor to the supporting environments for cognitive development. Commentary on social processes in early number development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 52, (2, Serial No. 216).
- Gersten, R., Jordan, N.C., & Flojo, J.R. (2006). Early identification and intervention for students with mathematics difficulties, *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293-304.
- Gibson, E.J., & Levin, H. (1975). *The psychology of reading*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Ginsburg, H.P., & Asmussen, K.A. (1988). Hot mathematics, *New Directions for Child Development*, 41, 89-111.

- Ginsburg, H.P., & Goldbeck, S.L. (2004). Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 190-200.
- Ginsburg, H. P., Klein, A. & Starkey, P. (1998). The development of children's mathematical thinking: Connecting research with practice. Dans I. E. Sigel, K. A. Renninger & W. Damon (Éds.), *Handbook of child psychology: Child psychology in practice* (pp. 401-476). New York: Wiley.
- Ginsburg, H. P., Pappas, S. & Seo, K-Y. (2001). Everyday mathematical knowledge: Asking young children what is developmentally appropriate. Dans S. L. Golbeck (Éd.). *Psychological perspectives on early childhood education: Reframing dilemmas in research and practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ginsburg, H. P. et Russell, R. L. (1981). Social class and racial influences on early mathematical thinking. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46 (N° de série 193).
- Goodsitt, J., Raitan, J.G., & Permuter, M. (1988). Interaction between mothers and preschool children when reading a novel and familiar book. *International Journal of Behavioral Development*, 11, 489-505.
- Grolnick, W., & Ryan, R. (1989). Parent styles associated with children's self-regulation and competence in school. *Journal of Educational Psychology*, 81, 143-154.
- Harter, S. (1992). The relationship between perceived competence, affect, and motivational orientation within the classroom: Processes and patterns of change. Dans A.K. Boggiano & T. S. Pittman (Éds.), *Achievement and motivation: A social developmental perspective* (pp.77-114). New York: Cambridge University Press.
- Hartup, W.W. (1987). Relationships and their significance in cognitive development. Dans R.A. Hinde, A.-N. Perret-Clermont, & Stevenson-Hinde (Éds.), *Social relationships and cognitive development* (2nd ed., (pp.66-82). Oxford: Clarendon.

- Hunting, R.H. (1999). Rational-number learning in the early years: What is possible? Dans, J.V. Copley (Éd.), *Mathematics in the early years* (pp. 96-97). Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Huntsinger, C.S., Shaligram, C., Jose, P.E., Larson, S.L., & Krieg, D.B. (2000). Mathematics, vocabulary, and reading development in Chinese American and European American children over the primary school years. *Journal of Educational Psychology*, 92, 745-760.
- Hyde, J.S., Else-Quest, N.M., Alibali, M.W., Knuth, E., & Romberg, T. (2006). Mathematics in the home: Homework practices and mother-child interactions doing mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 25, 136-152.
- Johnston, B. (1994). Critical numeracy. *Fine Print*, 16, 32-36.
- Jordan, N.C. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 567-578.
- Jordan, N.C., & Rutgers, U. (1995). Calculation abilities in young children with different patterns of cognitive functioning. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 53-64.
- Jordan, N.C., Hanich, L.B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74, 834-850.
- Judd, C.H. (1925). *Psychology as a basis of educational methods*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity : a developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kermani, H., & Brenner, M.E. (2000). Maternal scaffolding in the child's zone of proximal development across tasks: Cross-cultural perspective. *Journal of Research in Childhood Education*, 15, 30-52.
- Lamb, M. (2004). *The role of father in child development (4th ed)*. Hoboken, NJ: Wiley.

- Larivée, S., Normandeau, S. & Parent, S. (2000). The French connection: Some contributions of French-language research in the post-Piagetian era. *Child Development*, 71, 823-839.
- Le Camus, J. (1995). *Pères et bébés*. Paris : L'Harmattan.
- LeFevre, J.-A. (2000). Recherche sur l'acquisition de capacités scolaires : introduction au numéro spécial sur l'apprentissage précoce de la lecture et du calcul. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 54, 57-60.
- LeFevre, J.-A., Clarke, T., & Stringer, A.P. (2002). Influences of language and parental involvement on the development of counting skills: Comparisons of French- and English-speaking Canadian children. *Early Child Development and Care*, 172, 283-300.
- Lemétayer, F. (2001). Influence des caractéristiques propres à l'enfant sur les modalités d'étayage parental, *Journal international de psychologie*, 36, 145-151.
- Linnell, M., & Fluck, M. (2001). The effect of maternal support for counting and cardinal understanding in pre-school children. *Social Development*, 10, 202-220.
- Lipton, J., & Spelke, E. (2003). Origins of number sense: Large number discrimination in human infants. *Psychological Science*, 14, 396-401.
- Maccoby, E.E. (2000). Parenting and its effects on children: On reading and misreading behavior genetics. *Annual Review of Psychology*, 51, 1-27.
- Meadows, S. (1996). *Parenting behaviour and children's cognitive development*. Oxford: Erlbaum.
- Meijer, J., & Elshout, J. J. (2001). The predictive and discriminant validity of the zone of proximal development. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 93-112.
- Meins, E., Fernyhough, C., Russell, J., & Clark-Carter, D. (1998). Security of attachment as a predictor of symbolic and mentalising abilities: A longitudinal study. *Social Development*, 7, 1-24.

- Morisset, C.E., Barnard, K.E., Greenberg, M.T., Booth, C.L., & Spieker, S.J. (1990). Environmental influences on early language development: The context of social risk. *Development & Psychopathology*, 2, 127-149.
- Morrison, E.F., Rimm-Kauffman, S., & Pianta, R.C. (2003). A longitudinal study of mother-child interactions at school entry and social and academic outcomes in middle school. *Journal of School Psychology*, 41, 185-200.
- Moss, E. (1992). The socioaffective context of joint cognitive activity. Dans L.T. Winegar & J. Valsiner (Éds.), *Children's development within social context vol.2: Research and Methodology* (pp. 117-154). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Moss, E., Gosselin, C., Parent, S., Rousseau, D., & Dumont, M. (1997). Attachment and joint problem-solving experiences during the preschool period. *Social Development*, 6, 1-17.
- Moss, E., Parent, S., Gosselin, C., & Dumont, M. (1993). Attachment and the development of metacognitive and collaborative strategies. *International Journal of Educational Research*, 19, 555-571.
- Moss, E., & St-Laurent, D. (2001). Attachment at school age and academic performance. *Developmental Psychology*, 37, 863-874.
- Murray, A.D. & Yingling, J.L. (2000). Competence in language at 24 months: Relations with attachment security and home stimulation. *Journal of Genetic Psychology*, 161, 133-140.
- Neitzel, C., & Stright, A. (2003). Mothers' scaffolding of children's problem solving: Establishing a foundation of academic self-regulatory competence. *Journal of Family Psychology*, 17, 147-159.
- Normandeau, S. & Arseneault, J. (1994). Effect of mother's familiarity with a formal task on cognitive monitoring during mother-child interactions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 46-68.
- O'Connor, E., & McCartney, K. (2007). Attachment and cognitive skills: An investigation of mediating mechanisms. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 28, 458-476.
- O'Donoghue, J.D. (2002). Numeracy and mathematics, *Irish Mathematics Society Bulletin*, 47-55.

- Pappas, S., Ginsburg, H. P. & Jiang, M. (2003). SES differences in young children's metacognition in the context of mathematical problem solving. *Cognitive Development*, 18, 431-450.
- Parent, S. & Caron, L. (2007). Les approches socioculturelles de l'intelligence. Dans S. Larivée (Éd.), *L'intelligence, tome 1. Les approches biocognitives, développementales et contemporaines* (pp. 251-274). Montréal : Éditions du renouveau pédagogique.
- Parent, S., Fortin, F., Fallu, J.-S., & Séguin, J. R. (juin, 2007). *Compétence de l'élève et perception de compétence par l'enseignante en mathématiques : le rôle modérateur de la relation maître-élève*. Dans Desbiens, N., Janosz, M., Parent, S., et Japel, C. (présidents), *L'influence de l'école et de l'expérience scolaire sur la réussite scolaire et sur l'adaptation psychosociale des jeunes*. Symposium présenté dans le cadre du congrès annuel 2007 de la Société Canadienne de Psychologie, Ottawa, Ontario.
- Parent, S., Gosselin, C., & Moss, E. (2000). From mother-regulated to child-regulated joint planning activity: A look at familial adversity and attachment. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 447-470.
- Parent, S., Montésinos-Gelet, I., Séguin, J.R., Zelazo, P.D., & Tremblay, R.E. (2006). La contribution de la diversité des expériences littéraires préscolaires aux habiletés émergentes en littéracie. *Éducation et francophonie*, 34, 168-188.
- Parent, S., & Moss, E. (1994). Différences interindividuelles dans l'étayage maternel des habiletés métacognitives. *Archives de Psychologie*, 62, 223-246.
- Parent, S., & Moss, E. (1995). L'influence de l'attachement mère-enfant et des habiletés verbales de l'enfant d'âge préscolaire sur l'étayage maternel dans une tâche de planification simple. *Enfance*, 317-335.
- Parent, S., Normandeau, S., St-Laurent, D., Caron, L., & Séguin, J.E. (2005). *Preschool predictors of early school-age number knowledge and the mediating role of mother-child interaction*. Communication présentée au congrès annuel de l'American Educational Research Association (AERA), Montréal, Canada.
- Pellegrini, A.D., & Galda, L. (2001). « I'm so glad, I'm glad » : The role of emotions and close relationships in children's plan and narrative language. Dans, *Children in play, story, and school*, A. Göncü & E. Klein (Éds), New York: Guilford Press.

- Pellegrini, A.D., Melhuish, E., Jones, I., Trojanowska, L., & Gilden, R. (2002). Social contexts of learning literate language: The role of varied, familiar, and close peer relationships. *Learning and Individual Differences*, 12, 375-389.
- Pellegrini, A.D., Galda, L., Shockley, B., & Stahl, S. (1995). The nexus of social and literacy experiences at home and school: implications for primary school oral language and literacy. *British Journal of Educational Psychology*, 65, 273-285.
- Piaget, J. (1952). *The child's conception of number*. New York: Norton. (Oeuvre originale publiée en 1941).
- Piaget, J. (1964). *Six études de psychologie*. Paris, France: Denoël / Gonthier.
- Piaget, J. (1965). *The child's conception of number*. New York: Norton.
- Pianta, R.C. & Harbers, K.L. (1996). Observing mother and child behaviour in a problem-solving situation at school entry: relations with academic achievement. *Journal of School Psychology*, 34, 307-322.
- Radziszewska, B. & Rogoff, B. (1989). Children's guided participation in planning imaginary errands with skilled adult or peer partners. *Developmental Psychology*, 27, 381-389.
- Resnick, L.B. (1983). A developmental theory of number understanding. Dans H.P. Ginsburg (Éd.), *The development of mathematical thinking*, New York: Academic Press, 109-151.
- Resnick, L.B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, 44, 162-169.
- Ricciuti, A.E., & Scarr, S. (1990). Interaction of early biological and family risk factors in predicting cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 11, 1-12.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rogoff, B. (1996). Developmental transitions in children's participation in sociocultural activities. Dans, A.J. Sameroff & M. Marshall (Éds.), *The five to seven year shift: The age of reason and responsibility* (pp.273-294). Chicago, Il: University of Chicago Press.

- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*, New York, Oxford University Press.
- Rogoff, B., Ellis, S., & Gardner, W. (1984). Adjustment of adult-child instruction according to child's age and task. *Developmental Psychology*, 20, 193-199.
- Rogoff, B., Mistry, J., Göncü, A., & Mosier, C. (1993). Guided participation in cultural activity by toddlers and caregivers. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58, (8, No. de série 236).
- Santé Québec, Jetté, M., Desrosiers, H., & Tremblay, R.E. (1997). « En 2001...J'aurai 5 ans », *Enquête auprès des bébés de 5 mois : Rapport préliminaire de l'Étude longitudinale du développement des enfants du Québec (ÉLDEQ)*, Montréal, Canada : Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Gouvernement du Québec.
- Saxe, G.B., Guberman, S.R., & Gearheart, M. (1987). Social processes in early number development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 52, (2, Serial No. 216).
- Scarr, S. & McCartney, K. (1983). How people make their own environments: A theory of genotype – environment effects. *Child Development*, 54, 424-435.
- Scarr, S., & Ricciuti, A.E. (1991). What effects do parents have on their children? Dans, L. Okagaki et R.J.Sternberg (Éds.), *Directors of development: Influences on the development of children's thinking* (pp. 3-23). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schneuwly, B., & Bronckart, J.P. (1985). *Vygotsky aujourd'hui*. Neuchatel, Suisse : Delachaux et Niestlé.
- Sénéchal, M., LeFevre, J.-A., Hudson, E., & Lawson, E.P. (1996). Knowledge of storybooks as a predictor of young children's vocabulary. *Journal of Educational Psychology*, 88, 520-536.
- Sénéchal, M., LeFevre, J.-A., Thomas, E., & Daley, K. (1998). Differential effects of home literacy experiences on the development of oral and written language. *Reading Research Quarterly*, 32, 96-116.

- Seo, K.-H. et Ginsburg, H. P. (2004). What is developmentally appropriate in early childhood mathematics education? Lessons from new research. Dans D. H. Clements, J. Sarama et A.-M. DiBiase (Éds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 91-104). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R.S. (1991). In young children's counting procedures precede principles. *Educational Psychology Review*, 3, 127-135.
- Sigel, I. (1998). Socialization of cognition: A family focus. Dans, M. Lewis & C. Feiring (Éd.), *Families, risk, and competence* (289-308). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Simon, T.J., Hespos, S.J., & Rochat, P. (1995). Do infants understand simple arithmetic? A replication of Wynn (1992). *Cognitive development*, 10, 253-269.
- Simpkins, S.D., Davis-Kean, P.E. & Eccles, J.S. (2005). Parents' socializing behaviour and children's participation in math, science, and computer out-of-school activities. *Applied Developmental Science*, 9, 14-30.
- Sinclair, A. (1988). La notation numérique chez l'enfant. Dans H. Sinclair (Éd.), *La production de notations chez le jeune enfant: langage, nombres, rythmes et mélodies* (pp. 71-97) Paris : Presses Universitaires de France.
- Sinclair, A., Siegrist, F., & Sinclair, H. (1982). Young children's ideas about the written number system. Dans D. Rogers & J.A. Sloboda (Éds.), *The acquisition of symbolic skills* (pp. 535-542). New York: Plenum Press.
- Sinclair, A., & Sinclair, H. (1984). Preschool children's interpretation of written numbers. *Human Learning*, 3, 173-184.
- Sonnenschein, S., & Munsterman, K. (2002). The influence of home-based reading interactions on 5-year-olds' reading motivations and early literacy development. *Early Childhood Research Quarterly*, 17, 318-337.
- Sophian, C. (1991). *Children's numbers*. Madison, WI: Brown & Benchmark.
- Sophian, C. (1998). A developmental perspective on children's counting. Dans C. Donlan (Éd.), *The development of mathematical thinking* (pp. 27-46). University College London Press

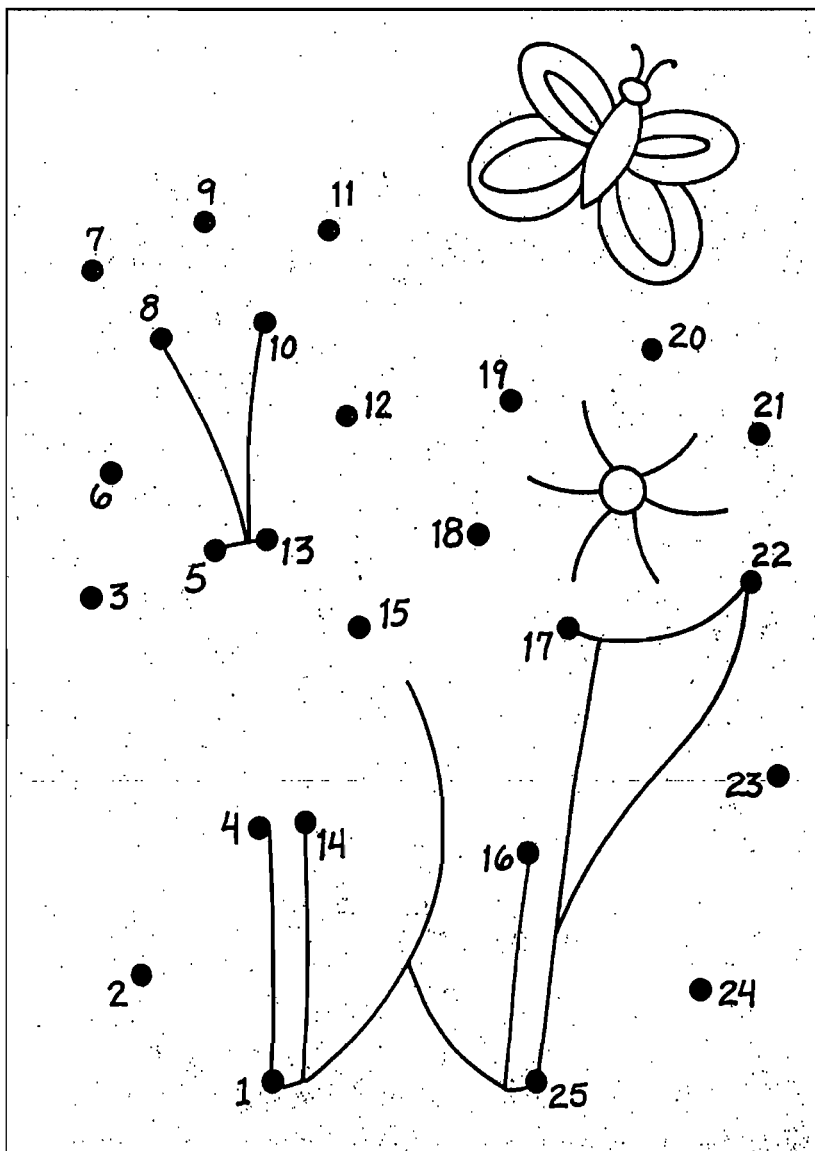
- Spelke, E. (2000). Core knowledge, *American Psychologist*, 55, 1233-1243.
- St-Laurent, D. (1999). *Le développement des habiletés de planification: une analyse comparative de trois perspectives théoriques et une évaluation empirique des processus socioculturels impliqués*, Thèse de doctorat non publiée, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada.
- St-Laurent, D., & Moss, E. (2003). Les habiletés de planification chez des enfants de cinq et sept ans. *Archives de Psychologie*, 70, 79-96.
- St-Louis, A., Parent, S., Séguin, J. R., & Tremblay, R. E. (mars, 2007). *Les prédicteurs du climat affectif dyadique en situation de lecture conjointe mère-enfant*. Affiche présentée au 29e congrès annuel de la Société Québécoise de Recherche en Psychologie, Sherbrooke, Québec.
- Starkey, P. (1992). The early development of numerical reasoning. *Cognition*, 43, 93-126.
- Starkey P., & Klein, A. (2000). Fostering parental support for children's mathematical Development: An intervention with Head Start families. *Early Education and Development*, 11, 659-680.
- Starkey, P., Klein, A. & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99-120.
- Starkey, P., Spelke, E. S. & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97-127.
- Starkey, P., Spelke, E. S. & Gelman, R. (1991). Toward a comparative psychology of number. *Cognition*, 39, 171-172.
- Stevenson, H.W., Chen, C. & Lee, S-Y. (1993). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American Children: Ten years later. *Science*, 259, 53-58.
- Stevenson, H.W., & Stigler, J.W. (1992). The learning gap: *Why our schools are failing and what we can learn from Japanese and Chinese education*. New York: Summit Book.
- Stipek, D.J., Feiler, R., Byler, P., Ryan, R., Milburn, S. & Salmon, J.M. (1998). Good beginnings: What difference does the program make in preparing young children for school? *Journal of Applied Developmental Psychology*, 19, 41-66.

- Strauss, M. S. & Curtis, L. E. (1984). Development of numerical concepts in infancy. Dans C. Sophian (Éd.), *Origins of cognitive skills: The Eighteenth Annual Carnegie Symposium on Cognition* (pp. 131-155). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stright, A.D., Neitzel, C.L., Sears, K.G., & Hoke-Sinex, L. (2001). Instruction begins in the home: Relations between parental instruction and children's self-regulation in the classroom. *Journal of Educational Psychology*, 93, 456-466.
- Teti, D.M., Bond, L.A., & Gibbs, E.D. (1988). Mothers, fathers, and siblings: A comparison of play, styles and their influence upon infants cognitive level. *International Journal of Behavioral Development*, 11, 415-432.
- Thorndike, E. L. (1922). *The psychology of arithmetic*. New York: Macmillan.
- Toci, C.M., & Engelhard, G.Jr. (1991). Achievement, parental support and gender differences in attitudes towards mathematics. *Journal of Educational Research*, 84, 280-286.
- Valsiner, J., & van der Veer, R. (1993). The encoding of distance: The concept of the zone of proximal development and its interpretations. Dans R. R. Cocking & K. A. Renninger (Éds.), *The development and meaning of psychological distance* (pp. 35-62). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Dans M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Éds.), Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1985). Les bases épistémologiques de la psychologie. Dans B. Schneuwly et J.-P. Bronckart (Éds.), *Vygotsky aujourd'hui* (pp. 25-38). Neuchatel, Suisse : Delachaux et Niestlé, 25-38.
- Wertsch, J.V., & Kanner, B.G. (1992). A sociocultural approach to intellectual development. Dans R.J. Sternberg & C.A. Berg (Éds.), *Intellectual development* (pp.328-349). New York: Cambridge.
- Wertsch, J.V. & Sohmer, R. (1995). Vygotsky on learning and development. *Human Development*, 38, 332-337.
- Westerman, M.A. (1990). Coordination of maternal directives with preschoolers' behaviour in compliance-problem and healthy dyads. *Developmental Psychology*, 26, 621-630.

- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Wood, D.J., & Middleton, D. (1975). A study of assisted problem-solving. *British Journal of Psychology*, 66, 181-191.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infant. *Nature*, 358, 749-750.
- Wynn, K. (1995). Origins of numerical knowledge. *Mathematical Cognition*, 1, 35-60.
- Yogman, M.W. (1995). Father involvement and cognitive/behavioural outcomes of preterm infants. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 34, 58-66.
- Young-Loveridge, J.M. (1989). The relationship between children's home experiences and their mathematical skills on entry to school. *Early Child Development and Care*, 43, 43-59.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development on executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1, 198-226.
- Zevalkink, J. & Riksen-Walraven, J.M. (2001). Parenting in Indonesia: Inter- and Intracultural differences in mothers' interactions with their young children. *International Journal of Behavioral Development*, 25, 167-175.

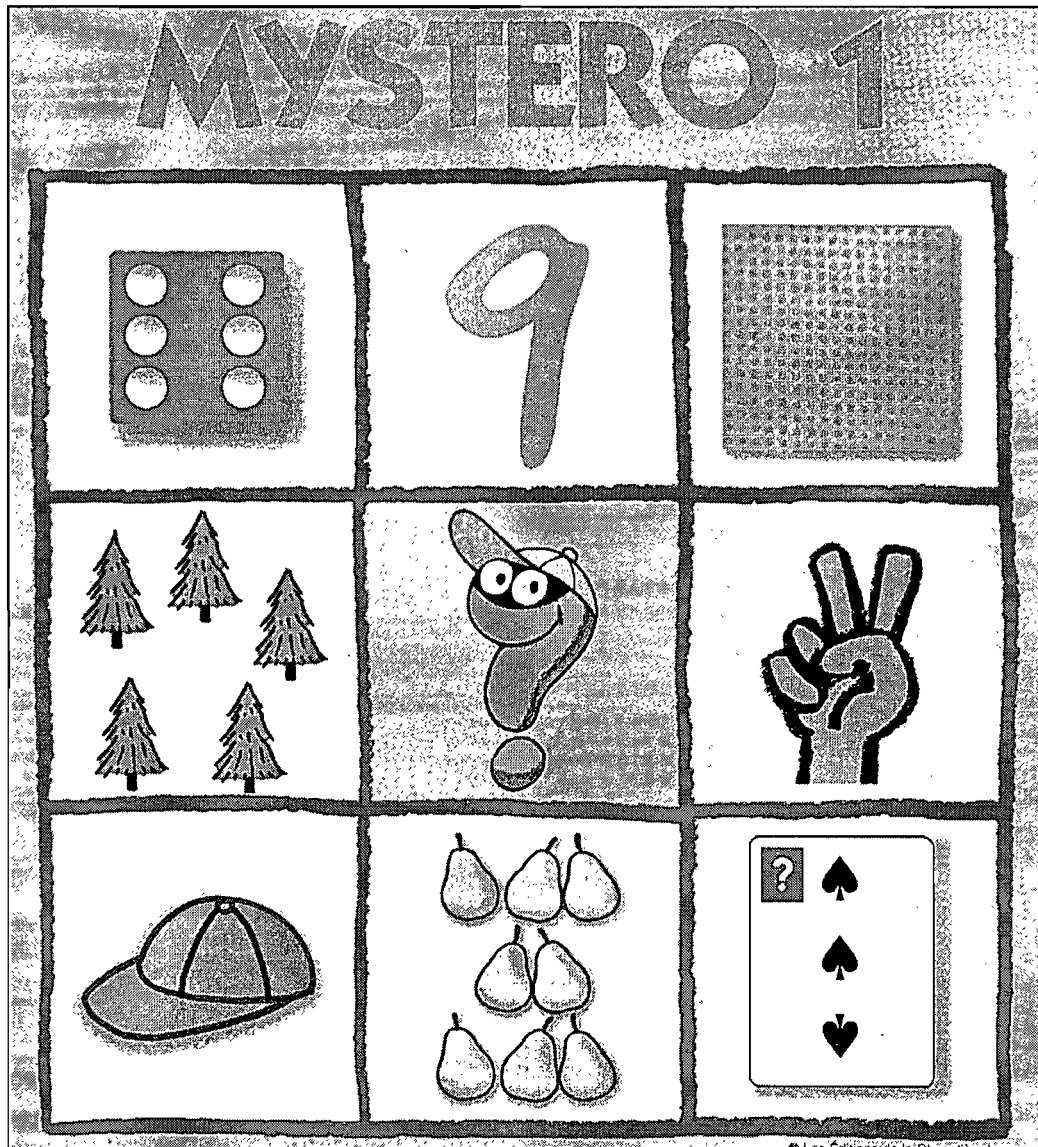
ANNEXE A

Exemple d'un dessin à numéros présenté aux dyades



ANNEXE B

Exemple d'une planche du jeu Mystéro présentée aux dyades



ANNEXE C

Niveaux de participation de la mère et de l'enfant aux différentes opérations
nécessaires pour réussir les tâches de numération

Participation de l'enfant

- 0- L'enfant ne participe pas. Inclut les opérations où la mère exécute l'opération seule, en tentant ou non d'y engager l'enfant et les opérations non exécutées.
- 1- Observation attentive de l'enfant. L'enfant observe, écoute et est attentif à la tâche, mais se contente de regarder pendant que la mère exécute l'opération. On perçoit toutefois *un vif intérêt* à la tâche et une *tentative d'intégration* de l'activité.
- 2- Rétroaction au partenaire. L'enfant donne son accord ou son approbation de la décision ou du travail de sa mère par une rétroaction simple. Il s'agit la plupart du temps d'un seul mot (par ex : «d'accord»).
- 3- Participation à l'exécution. L'enfant participe activement, physiquement ou verbalement à l'exécution de l'opération. L'enfant ne participe pas à la régulation dyadique; il se contente «d'exécuter». La mère peut fournir une partie de l'information mais les partenaires peuvent aussi effectuer la tâche de façon parallèle, en ne communiquant pas. *Par ex* : [ÉG: Mère demande : « c'est quoi le dessin tu penses? », enfant cherche et tente des réponses : « je crois que c'est une licorne ». [ÉL]: Mère: « ta ligne entre le 5 et le 6 n'est pas droite efface-la et recommence ». L'enfant exécute les directives de sa mère: il efface et retrace sa ligne. [RP] : L'enfant prend le crayon et commence à tracer.
- 4- Participation à la régulation dyadique. Comprend l'ensemble des comportements d'auto-supervision et d'auto-correction de l'enfant, ainsi que tous les comportements visant la supervision et la correction des activités dyadiques et des activités de la mère. L'enfant *fait plus* que simplement «exécuter» la tâche, il participe à la supervision et à la coordination de celle-ci.
Par ex : [AG- organisation et choix de stratégies globales] « On va commencer par faire les plus faciles d'accord maman? » [AG- définition des rôles]. « Maman, je vais compter la première planche et toi tu vas faire la deuxième ». [AL]: Enfant qui vient de compter l'illustration des 5 sapins: « Bon, je crois que ça me prend le chiffre 5, où est le chiffre cinq? ». [RP]: Pendant le tracé de la ligne dans le dessin

à numéros, l'enfant se rend compte qu'elle n'est pas droite: « maman passe-moi la gomme à effeacter il faut que je refasse ma ligne ».

Participation de la mère

- 0- Mère ne participe pas. Comprend les opérations que l'enfant effectue seul, que ce soit en tentant d'y inclure sa mère ou non et les opérations non exécutées.
- 1- Supervision non-verbale discrète. Comprend les opérations effectuées par l'enfant, mais pour lesquelles la mère exerce une supervision non-verbale discrète.
- 2- Rétroaction au partenaire. La mère communique à l'enfant son accord, son approbation ou ses encouragements par une rétroaction simple. Ces verbalisations ne sont pas élaborées et comprennent en général un seul mot ou une expression (par ex.: « Bravo! », « C'est beau! »).
- 3- Participation à l'exécution. La mère participe activement, physiquement ou verbalement, à l'exécution de la tâche. La mère et l'enfant peuvent effectuer l'opération en se communiquant ou non. [ÉG] Lorsque le dessin est terminé, l'enfant dit : « Qu'est-ce que tu penses que ça fait maman? », mère répond « des fleurs ». [AL] L'enfant demande « Quel nombre va avec les poires? », la mère répond « le 8 ». [RP] la mère compte les éléments d'une illustration.
- 4- Participation à la régulation dyadique. Comprend l'ensemble des comportements de supervision et de correction de la mère face aux actions de l'enfant ou de la dyade. Elle *fait plus* que simplement « exécuter » la tâche, elle supervise et coordonne son exécution. *Par ex* : [AG] « On va commencer par faire ceux que tu trouves les plus faciles ». [AL] « On va compter combien il y a de coins sur le carré ». [RP]: le crayon en main, elle trace sa ligne en disant: « Regarde comment maman fait une belle ligne droite ».